

1 . 計測位置および計測方法

1.1 計測項目

- 水位計測：目地前面、目地背後および目地間の水位を計測する。
- 間隙水圧計測：目地背後およびケーソン背後の間隙水圧を測定する。
- 波圧計測：目地間(防砂板前面)の波圧を計測する。
- 加速度計測：防砂板に加速度計を設置し防砂板の移動状況を計測する。

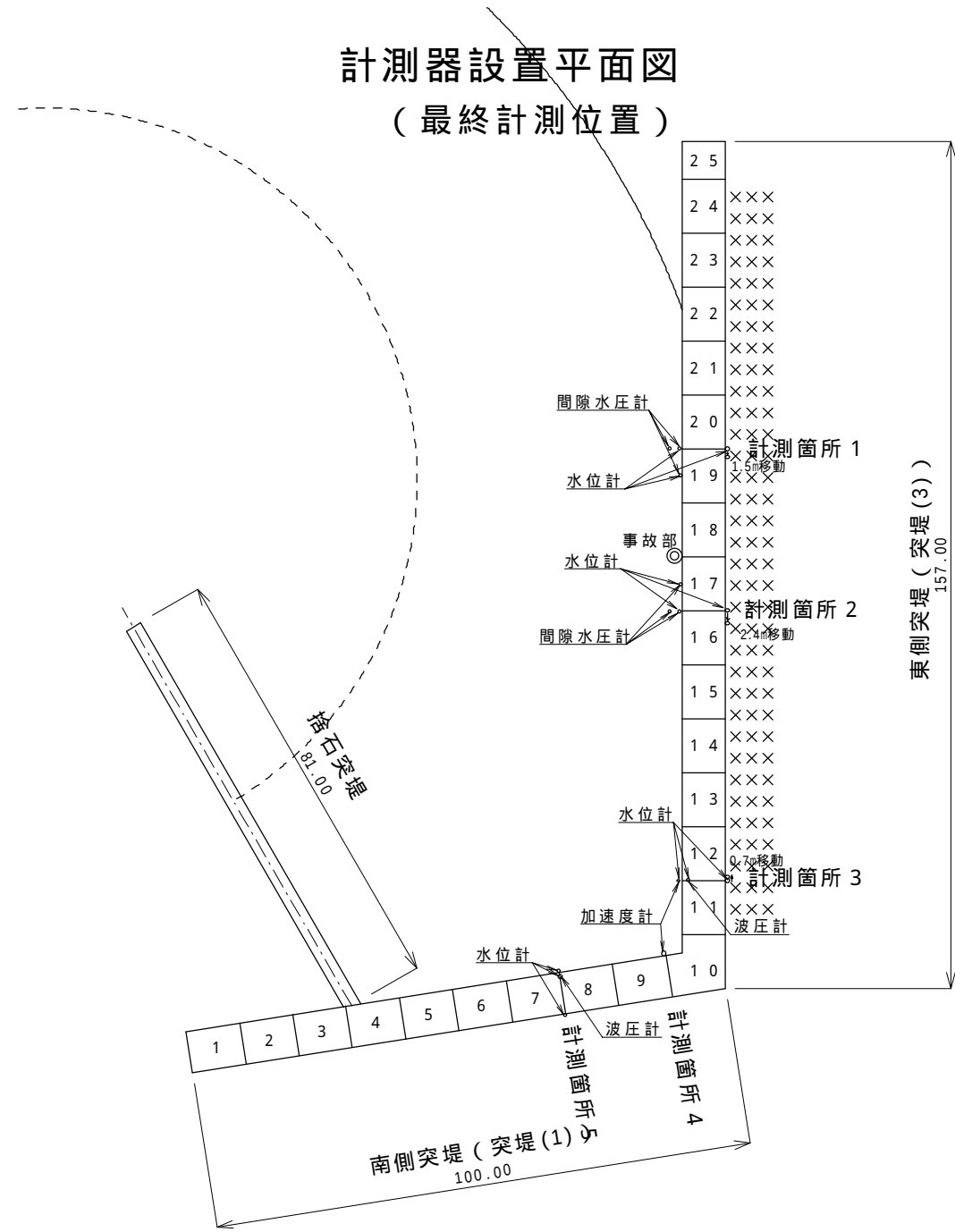


図 - 1 計測箇所

1.2 測定箇所

- 計測箇所 1：19 - 20 ケーソン(東側突堤)
- 計測箇所 2：16 - 17 ケーソン(東側突堤)
- 計測箇所 3：11 - 12 ケーソン(東側突堤)
- 計測箇所 4：9 - 10 ケーソン(南側突堤)
- 計測箇所 5：7 - 8 ケーソン(南側突堤)

各計測箇所の位置および計測項目を図 - 1 および表 - 1 に示す。

表 - 1 各計測箇所の計測項目と計測器の設置高

| 計測場所                 | 計測器   | 設置位置           | 計測器番号  | センサーの高さ(TP.m) |
|----------------------|-------|----------------|--------|---------------|
| 計測箇所 1<br>(No.19-20) | 水位計   | 目地前面           | H - 1  | -0.03         |
|                      |       | 目地背後           | H - 2  | -0.02         |
|                      |       | ケーソン背後         | H - 3  | -0.02         |
|                      | 間隙水圧計 | 目地背後0.5m(上部)   | K - 1  | -1.29         |
|                      |       | 目地背後0.5m(下部)   | K - 2  | -2.90         |
|                      |       | 目地背後1.5m(上部)   | K - 3  | -1.29         |
|                      |       | 目地背後1.5m(下部)   | K - 4  | -2.64         |
|                      |       | ケーソン背後0.5m(上部) | K - 5  | -1.34         |
|                      |       | ケーソン背後0.5m(下部) | K - 6  | -2.96         |
| 計測箇所 2<br>(No.16-17) | 水位計   | 目地前面           | H - 4  | -0.04         |
|                      |       | 目地背後           | H - 5  | -0.04         |
|                      |       | ケーソン背後         | H - 6  | -0.04         |
|                      | 間隙水圧計 | 目地背後0.5m(上部)   | K - 7  | -1.23         |
|                      |       | 目地背後0.5m(下部)   | K - 8  | -2.89         |
|                      |       | 目地背後1.5m(上部)   | K - 9  | -1.19         |
|                      |       | 目地背後1.5m(下部)   | K - 10 | -3.03         |
|                      |       | ケーソン背後0.5m(上部) | K - 11 | -1.19         |
|                      |       | ケーソン背後0.5m(下部) | K - 12 | -2.93         |
| 計測箇所 3<br>(No.11-12) | 水位計   | 目地前面           | H - 7  | -0.05         |
|                      |       | 目地間            | H - 8  | -1.91         |
|                      |       | 目地背後           | H - 9  | -1.82         |
|                      | 波圧計   | 上部             | P - 1  | 0.59          |
|                      |       | 中部             | P - 2  | -0.41         |
|                      |       | 下部             | P - 3  | -1.41         |
|                      | 加速度計  | 前後方向(上部)       | G - 1  | -0.02         |
|                      |       | 左右方向(上部)       | G - 2  | -0.02         |
| 計測箇所 4<br>(No.9-10)  | 波圧計   | 前後方向(下部)       | G - 3  | -1.27         |
|                      |       | 左右方向(下部)       | G - 4  | -1.27         |
|                      |       | 前後方向(上部)       | G - 5  | -0.01         |
|                      | 加速度計  | 左右方向(上部)       | G - 6  | -0.01         |
|                      |       | 前後方向(下部)       | G - 7  | -1.26         |
|                      |       | 左右方向(下部)       | G - 8  | -1.26         |
| 計測箇所 5<br>(No.7-8)   | 水位計   | 目地前面           | H - 10 | -4.76         |
|                      |       | 目地間            | H - 11 | -2.92         |
|                      |       | 目地背後           | H - 12 | -2.00         |
|                      | 波圧計   | 上部             | P - 4  | 0.59          |
|                      |       | 中部             | P - 5  | -1.41         |
|                      |       | 下部             | P - 6  | -3.41         |

### 1.3 計測方法

#### (1) 波圧測定(計測箇所 3・計測箇所 5)

波圧測定は、図 - 2 に示すようにケーソン目地部の防砂板前面で行うものとする。

各波圧計は測定架台に取り付け、ケーソン目地部の上部工に直径 20cm 程度の穴を開け、そこから波圧計を取り付けた架台を挿入する。その場合、測定架台の振動をできる限り抑えるために、上部をアンカー等で固定するとともに、最下端を基礎捨石に貫入させるものとする。

#### (2) 水位測定(計測箇所 1・計測箇所 2・計測箇所 3・計測箇所 4)

水位測定は、図 - 2 に示すように目地部前面(水位計)、波圧測定位置と同じ防砂板前面(水位計)、目地およびケーソン背後(水位計)の 3 点とする。

水位計：波圧計の取付架台と同様な架台の下端に水位計(水圧計)を取り付け、消波ブロックの隙間に設置するものとする。

水位計：水位計を波圧計測定架台の下端に設置し、波圧測定と同時観測を行う。

水位計：図 - 3 に示すような円筒を事前に設置し、その内に水位計を設置するものとする。

#### (3) 間隙水圧測定(計測箇所 1・計測箇所 2)

間隙水圧の測定は、図 - 2 (1)および図 - 3 に示す防砂板背後およびケーソン背後で計測する。間隙水圧計は各計測位置で鉛直方向に 2 点設置した。その位置は図 - 4 に示すように、TP-1.2m 及び被覆石より下面以深の TP-3.10～TP-3.20m 付近とする。

各間隙水圧計は、ケーソン背後を掘削して設置し、その後埋め戻すものとする。

#### (4) 防砂板の動き(加速度)の測定(計測箇所 3・計測箇所 4)

波力による防砂板の動きを計測するため、防砂板に加速度計を設置する(方向は前後及び左右の動きを計測する)。

加速度計は、鉛直方向に 2 点設置するものとし、その位置は、TP±0.00m 付近の砂と雑石の境界付近及び雑石層内 TP-1.25m 付近とする。

加速度計は、既設防砂板撤去後に新規の防砂板に設置し、その後埋め戻すものとする。

#### (5) サンプリング周波数

これら全ての計測器のサンプリング周波数は 20Hz とした。また、これらの計測は全て同時観測を行うものとした。

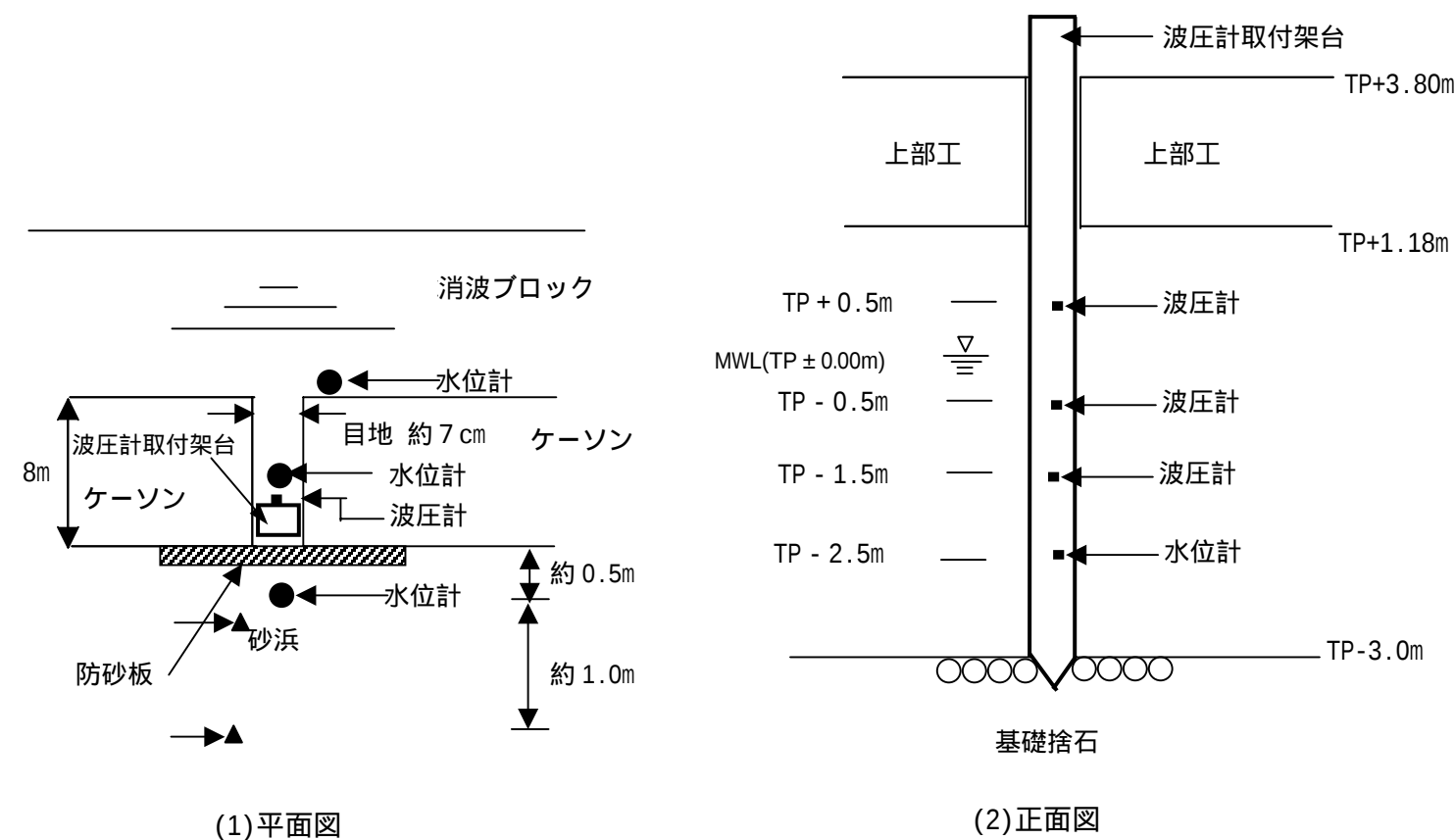


図 - 2 波圧・水位の測定位置

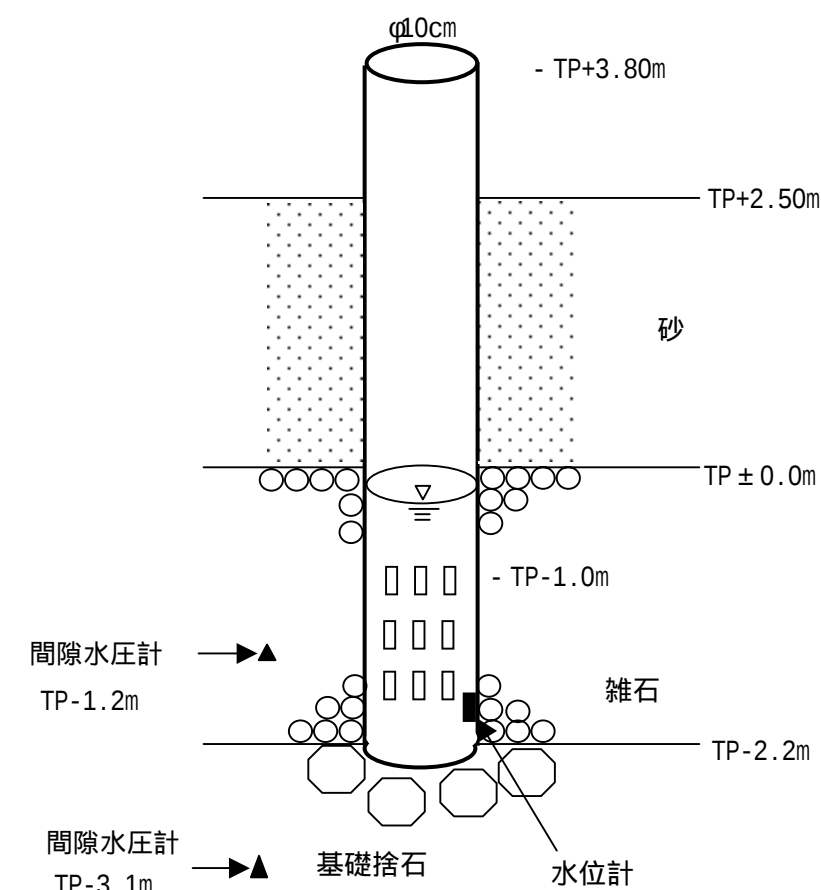


図 - 3 目地(ケーソン)背後の水位計測の方法

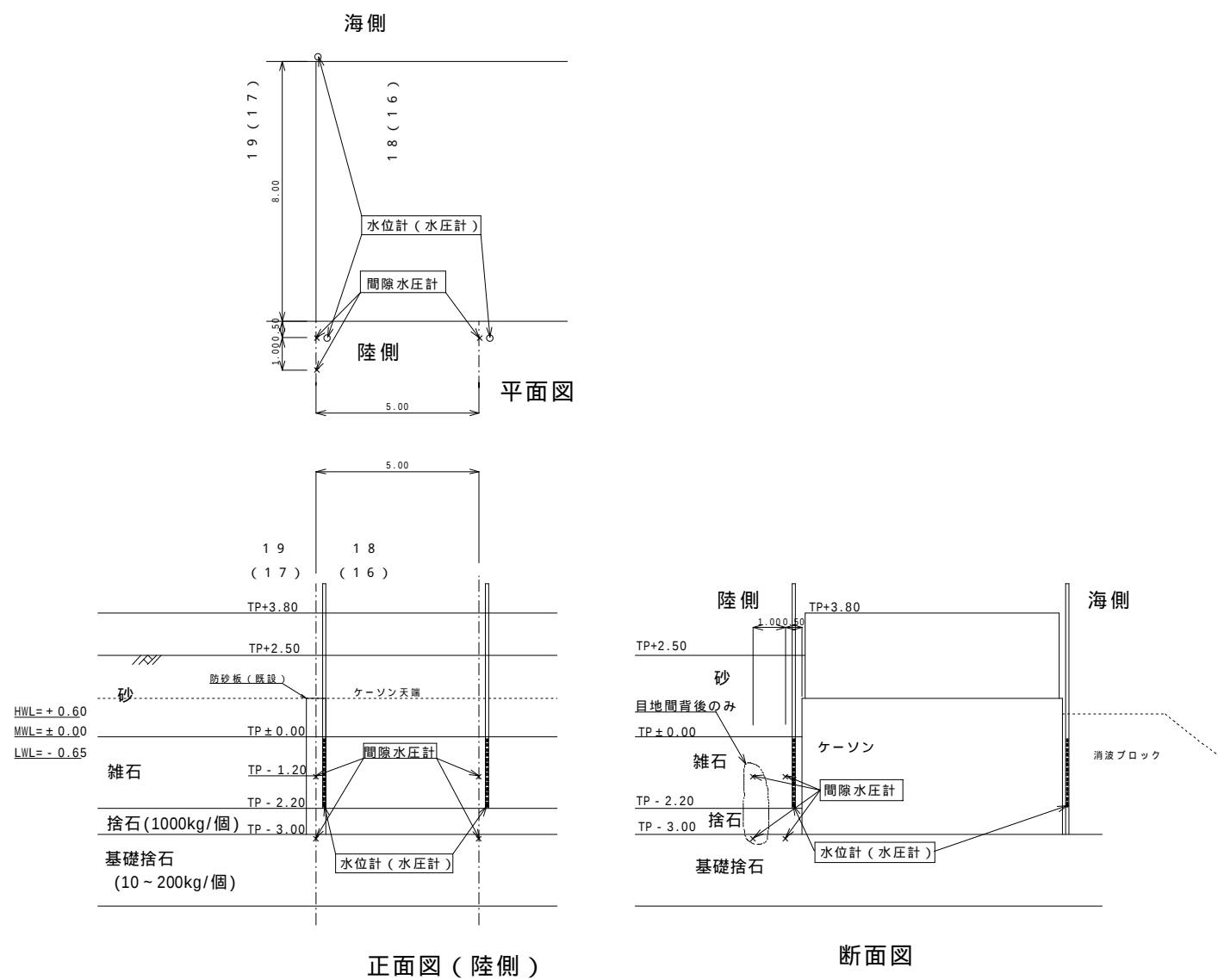


図 - 4 計測箇所 1 および計測箇所 2 の計測器位置図

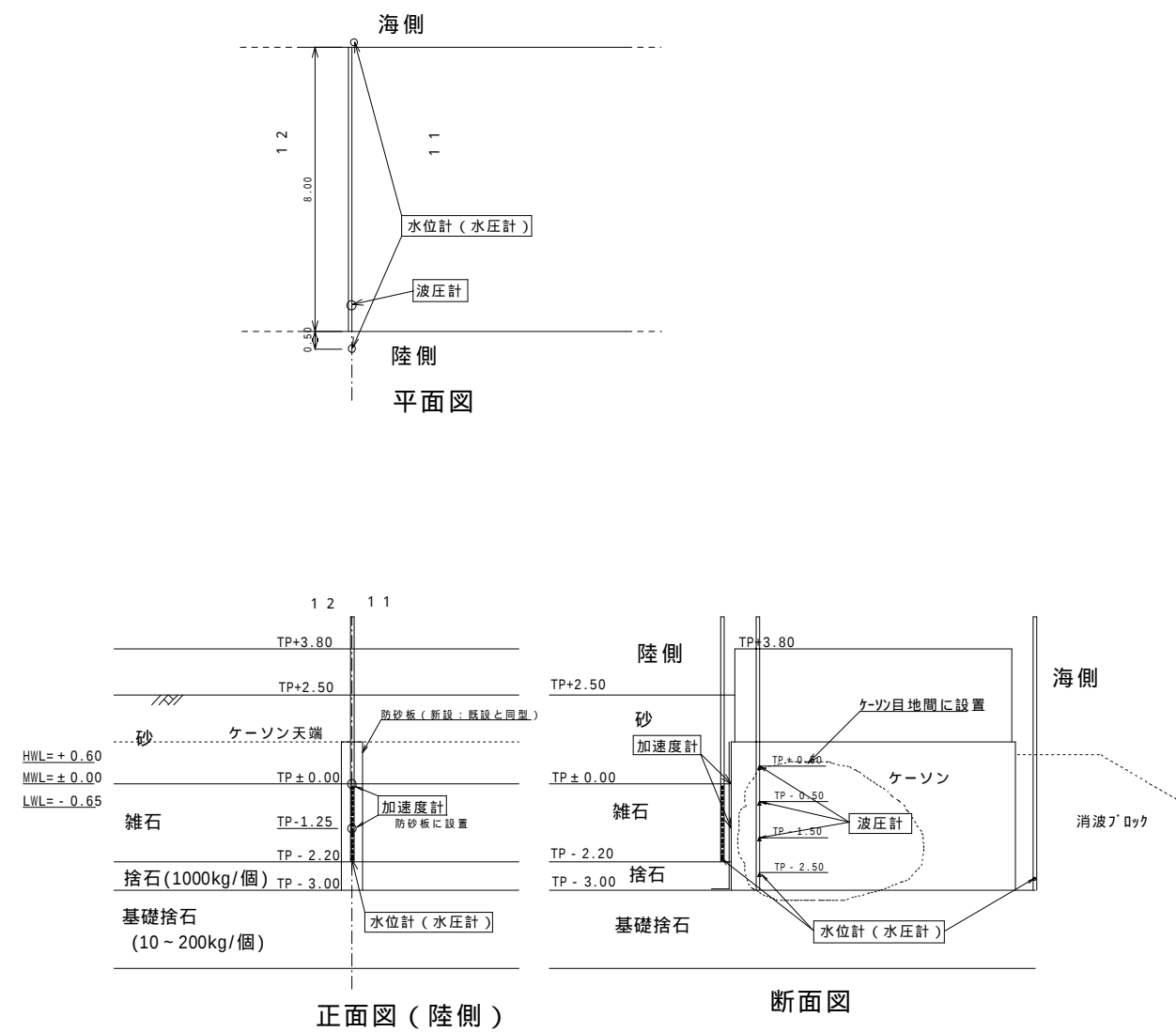


図 - 5 計測箇所 3 の計測器位置図



水位計のセンサー部



水位計の架台  
への取付状況



水位計取付架台  
の設置状況(海側)



陸側水位計測用  
ストレーナー



ストレーナー内への  
水位計の取付状況



ストレーナーの  
設置状況(陸側)



波圧計の受圧面



波圧計の取付架台  
への取付状況



波圧計取付架台  
の設置状況



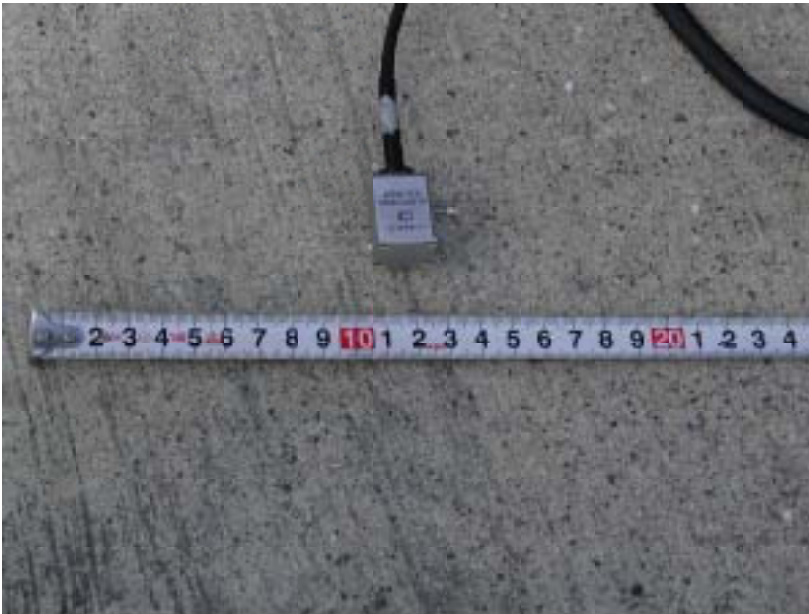
間隙水圧計



間隙水圧計の  
架台への取付状況



間隙水圧計の  
設置状況



加速度計



防砂板への  
加速度計の取付状況



加速度計を取付た  
防砂板の設置状況



埋戻し前の状況(観測前)



埋戻し後の状況(観測時)



計測の状況

2 . 計測の実施日時および計測状況

(1)計測日時

計測器設置：平成 14 年 2 月 16 日～19 日(掘削土砂の埋め戻し作業含む)

第 1 回計測：平成 14 年 2 月 19 日 16:00～17:00

第 2 回計測：平成 14 年 3 月 5 日 10:00～ 6 日 10:00 24 時間連続観測

表 - 2 第1回(2月19日)計測の計測初期値(2月19日15:40)

| 計測場所                | 計測器   | 設置位置           | 計測器<br>番号 | センサーの<br>高さ(TP.m) | 単位                | 2月19日計測   |                |
|---------------------|-------|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|----------------|
|                     |       |                |           |                   |                   | 計測<br>初期値 | 初期水位<br>(TP.m) |
| 計測箇所1<br>(No.19-20) | 水位計   | 目地前面           | H - 1     | -0.03             | T.P.(m)           | -0.02     | -0.02          |
|                     |       | 目地背後           | H - 2     | -0.02             |                   | -0.05     | -0.05          |
|                     |       | ケーソク背後         | H - 3     | -0.02             |                   | -0.05     | -0.05          |
|                     | 間隙水圧計 | 目地背後0.5m(上部)   | K - 1     | -1.29             | tf/m <sup>2</sup> | 1.23      | -0.06          |
|                     |       | 目地背後0.5m(下部)   | K - 2     | -2.90             |                   | 2.83      | -0.07          |
|                     |       | 目地背後1.5m(上部)   | K - 3     | -1.29             |                   | 1.19      | -0.10          |
|                     |       | 目地背後1.5m(下部)   | K - 4     | -2.64             |                   | 2.50      | -0.14          |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(上部) | K - 5     | -1.34             |                   | 1.28      | -0.06          |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(下部) | K - 6     | -2.96             |                   | 2.90      | -0.06          |
| 計測箇所2<br>(No.16-17) | 水位計   | 目地前面           | H - 4     | -0.04             | T.P.(m)           | -0.02     | -0.02          |
|                     |       | 目地背後           | H - 5     | -0.04             |                   | -0.06     | -0.06          |
|                     |       | ケーソク背後         | H - 6     | -0.04             |                   | -0.05     | -0.05          |
|                     | 間隙水圧計 | 目地背後0.5m(上部)   | K - 7     | -1.23             | tf/m <sup>2</sup> | 1.39      | -0.05          |
|                     |       | 目地背後0.5m(下部)   | K - 8     | -2.89             |                   | 3.05      | -0.05          |
|                     |       | 目地背後1.5m(上部)   | K - 9     | -1.19             |                   | 1.36      | -0.09          |
|                     |       | 目地背後1.5m(下部)   | K - 10    | -3.03             |                   | 3.20      | -0.10          |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(上部) | K - 11    | -1.19             |                   | 1.34      | -0.06          |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(下部) | K - 12    | -2.93             |                   | 3.06      | -0.07          |
| 計測箇所3<br>(No.11-12) | 水位計   | 目地前面           | H - 7     | -0.05             | T.P.(m)           | -0.03     | -0.03          |
|                     |       | 目地間            | H - 8     | -1.91             |                   | 0.03      | 0.03           |
|                     |       | 目地背後           | H - 9     | -1.82             |                   | -0.05     | -0.05          |
|                     | 波圧計   | 上部             | P - 1     | 0.59              | tf/m <sup>2</sup> | 0.00      | -              |
|                     |       | 中部             | P - 2     | -0.41             |                   | 0.00      | -              |
|                     |       | 下部             | P - 3     | -1.41             |                   | 0.00      | -              |
|                     | 加速度計  | 前後方向(上部)       | G - 1     | -0.02             | gal               | 0.00      | -              |
|                     |       | 左右方向(上部)       | G - 2     | -0.02             |                   | 0.00      | -              |
|                     |       | 前後方向(下部)       | G - 3     | -1.27             |                   | 0.00      | -              |
| 計測箇所4<br>(No.9-10)  | 加速度計  | 左右方向(下部)       | G - 4     | -1.27             | gal               | 0.00      | -              |
|                     |       | 前後方向(上部)       | G - 5     | -0.01             |                   | 故障        | -              |
|                     |       | 左右方向(上部)       | G - 6     | -0.01             |                   | 故障        | -              |
|                     |       | 前後方向(下部)       | G - 7     | -1.26             |                   | 0.00      | -              |
| 計測箇所5<br>(No.7-8)   | 水位計   | 目地前面           | H - 10    | -4.76             | T.P.(m)           | -0.05     | -0.05          |
|                     |       | 目地間            | H - 11    | -2.92             |                   | 0.03      | 0.03           |
|                     |       | 目地背後           | H - 12    | -2.00             |                   | -0.07     | -0.07          |
|                     | 波圧計   | 上部             | P - 4     | 0.59              | tf/m <sup>2</sup> | 0.00      | -              |
|                     |       | 中部             | P - 5     | -1.41             |                   | 0.00      | -              |
|                     |       | 下部             | P - 6     | -3.41             |                   | 0.00      | -              |

(2)計測状況

第 1 回および第 2 回の計測の初期値を表 - 2 および表 - 3 に示す。

第 1 回計測および第 2 回計測とも、いくつかの計測器が故障し計測不能となった。計測不能となった計測器は以下のとおりである。

第 1 回計測：G - 5 および G - 6 の加速度計

第 2 回計測：G - 1 ～ G - 8 の加速度計(加速度計全て)、H - 3 および H - 7 の水位計

表 - 3 第2回(3月5日)計測の計測初期値(3月5日9:50)

| 計測場所                | 計測器   | 設置位置           | 計測器<br>番号 | センサーの<br>高さ(TP.m) | 単位                | 3月5日計測    |                |
|---------------------|-------|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|----------------|
|                     |       |                |           |                   |                   | 計測<br>初期値 | 初期水位<br>(TP.m) |
| 計測箇所1<br>(No.19-20) | 水位計   | 目地前面           | H - 1     | -0.03             | T.P.(m)           | 0.17      | 0.17           |
|                     |       | 目地背後           | H - 2     | -0.02             |                   | 0.15      | 0.15           |
|                     |       | ケーソク背後         | H - 3     | -0.02             |                   | 故障        | -              |
|                     | 間隙水圧計 | 目地背後0.5m(上部)   | K - 1     | -1.29             | tf/m <sup>2</sup> | 1.44      | 0.15           |
|                     |       | 目地背後0.5m(下部)   | K - 2     | -2.90             |                   | 3.02      | 0.13           |
|                     |       | 目地背後1.5m(上部)   | K - 3     | -1.29             |                   | 1.42      | 0.13           |
|                     |       | 目地背後1.5m(下部)   | K - 4     | -2.64             |                   | 2.78      | 0.14           |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(上部) | K - 5     | -1.34             |                   | 1.48      | 0.14           |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(下部) | K - 6     | -2.96             |                   | 3.10      | 0.14           |
| 計測箇所2<br>(No.16-17) | 水位計   | 目地前面           | H - 4     | -0.04             | T.P.(m)           | 0.17      | 0.17           |
|                     |       | 目地背後           | H - 5     | -0.04             |                   | 0.16      | 0.16           |
|                     |       | ケーソク背後         | H - 6     | -0.04             |                   | 0.12      | 0.12           |
|                     | 間隙水圧計 | 目地背後0.5m(上部)   | K - 7     | -1.23             | tf/m <sup>2</sup> | 1.39      | 0.16           |
|                     |       | 目地背後0.5m(下部)   | K - 8     | -2.89             |                   | 3.05      | 0.16           |
|                     |       | 目地背後1.5m(上部)   | K - 9     | -1.19             |                   | 1.36      | 0.17           |
|                     |       | 目地背後1.5m(下部)   | K - 10    | -3.03             |                   | 3.20      | 0.17           |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(上部) | K - 11    | -1.19             |                   | 1.34      | 0.15           |
|                     |       | ケーソク背後0.5m(下部) | K - 12    | -2.93             |                   | 3.06      | 0.14           |
| 計測箇所3<br>(No.11-12) | 水位計   | 目地前面           | H - 7     | -0.05             | T.P.(m)           | 故障        | -              |
|                     |       | 目地間            | H - 8     | -1.91             |                   | 0.20      | 0.20           |
|                     |       | 目地背後           | H - 9     | -1.82             |                   | 0.17      | 0.17           |
|                     | 波圧計   | 上部             | P - 1     | 0.59              | tf/m <sup>2</sup> | 0.00      | -              |
|                     |       | 中部             | P - 2     | -0.41             |                   | 0.00      | -              |
|                     |       | 下部             | P - 3     | -1.41             |                   | 0.00      | -              |
|                     | 加速度計  | 前後方向(上部)       | G - 1     | -0.02             | gal               | 故障        | -              |
|                     |       | 左右方向(上部)       | G - 2     | -0.02             |                   | 故障        | -              |
|                     |       | 前後方向(下部)       | G - 3     | -1.27             |                   | 故障        | -              |
| 計測箇所4<br>(No.9-10)  | 加速度計  | 左右方向(下部)       | G - 4     | -1.27             | gal               | 故障        | -              |
|                     |       | 前後方向(上部)       | G - 5     | -0.01             |                   | 故障        | -              |
|                     |       | 左右方向(上部)       | G - 6     | -0.01             |                   | 故障        | -              |
|                     |       | 前後方向(下部)       | G - 7     | -1.26             |                   | 故障        | -              |
| 計測箇所5<br>(No.7-8)   | 水位計   | 目地前面           | H - 10    | -4.76             | T.P.(m)           | 0.20      | 0.20           |
|                     |       | 目地間            | H - 11    | -2.92             |                   | 0.17      | 0.17           |
|                     |       | 目地背後           | H - 12    | -2.00             |                   | 0.15      | 0.15           |
|                     | 波圧計   | 上部             | P - 4     | 0.59              | tf/m <sup>2</sup> | 0.00      | -              |
|                     |       | 中部             | P - 5     | -1.41             |                   | 0.00      | -              |
|                     |       | 下部             | P - 6     | -3.41             |                   | 0.00      | -              |

### 3. 第1回計測結果

第1回計測結果から、計測箇所3の水位・波圧・加速度の時系列変化(2月19日16:10～16:20の10分間)を図-6に示す。また、この図には、加速度の計測結果を2回積分して防砂板の変位を算定した結果も示している。

ここでは、主に水位と波圧および加速度の関係について述べる(第2回計測では加速度計は全て計測不能となっているため加速度の計測結果はこのデータしかないため)。

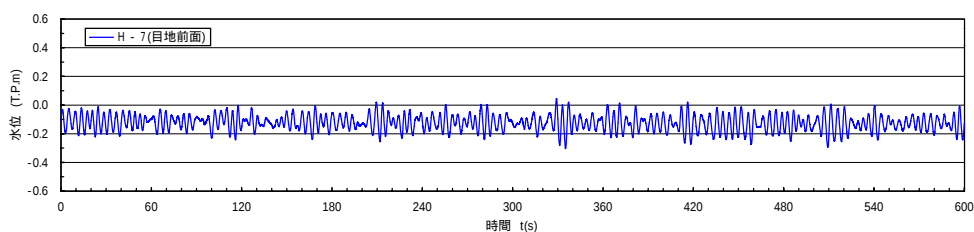
目地間の波圧は、中部(TP-0.41m)および下部(TP-1.41m)とも、目地間の水位変化(H-8)に対応して変動している。ただし、中部と下部を比較すると、若干中部のほうが波圧は大きくなる傾向にある。

防砂板に取り付けた加速時計の最大値は約100galであり、前後方向では海側へ加速したほうが大きな加速度となっている。

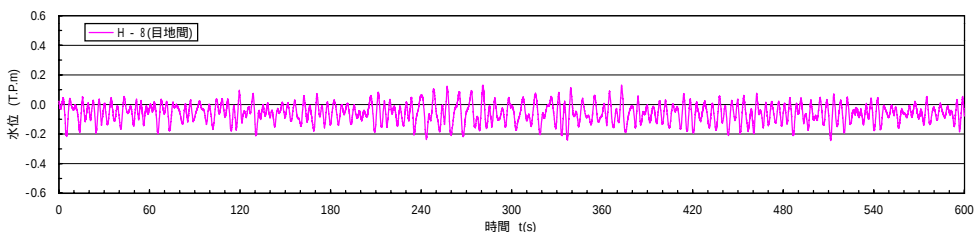
第1回計測時の有義波高 $H_{1/3}$ は約20cmであり、海象状況としては比較的穏やかであったにも関わらず、防砂板は常に小刻みに振動していることがわかる。

加速度の計測結果を2回積分して得られた防砂板の変位の最大値は、前後方向では上部と下部であまり差がなく約±10cmであり、左右方向では上部と下部で若干差が現れ、上部では約±4cm、下部では約±8cmとなっている。

防砂板の変位の時系列変化と目地間の水位(H-8)を比較すると、水位変化が大きく周期が長い波が来襲すると防砂板の変位が大きくなる傾向にある。

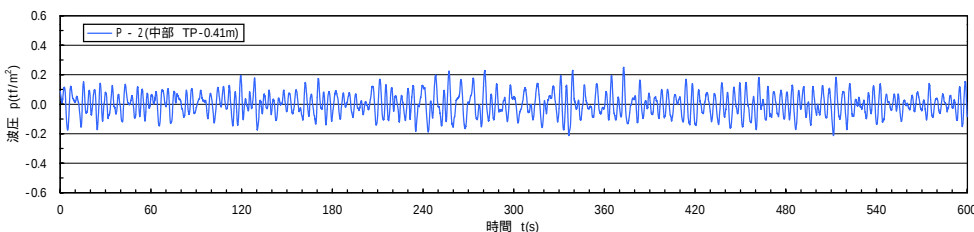


(1) H - 7(目地前面水位)

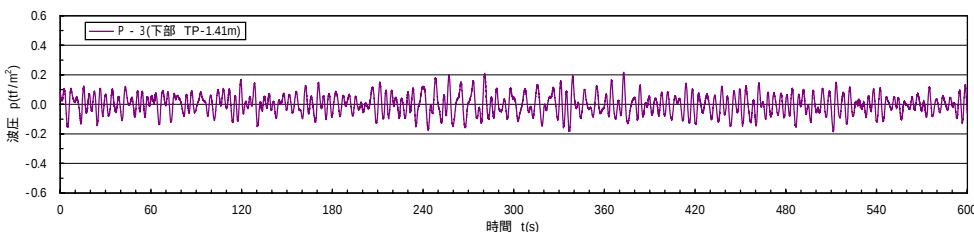


(2) H - 8(目地間水位)

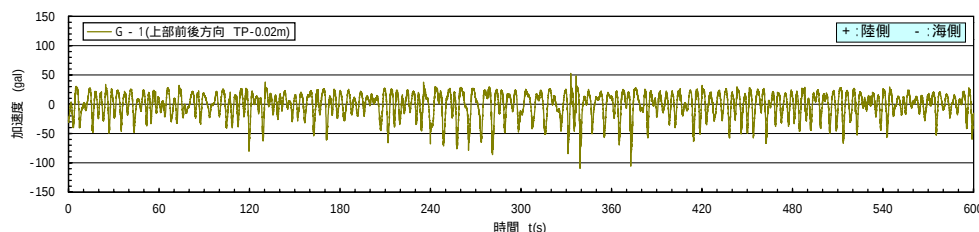
P - 1(上部 TP + 0.59m)には波が作用していないため、波圧は常に0であった。



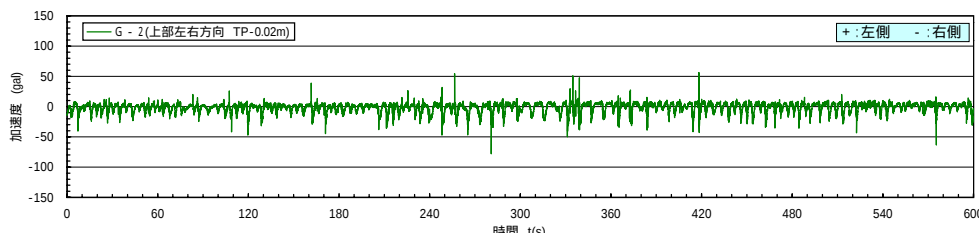
(3) P - 2(中部波圧)



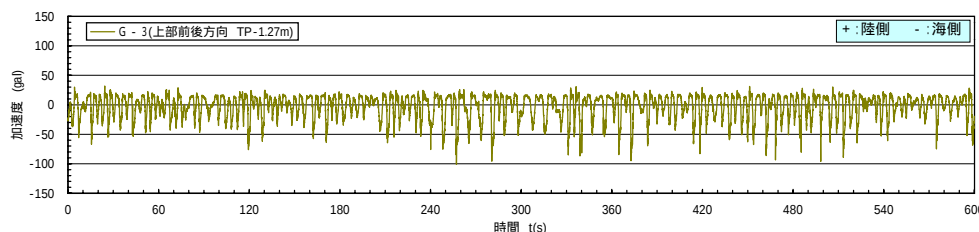
(4) P - 3(下部波圧)



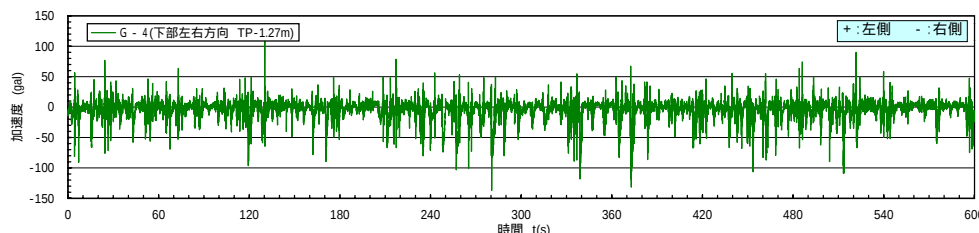
(5) G - 1(上部: 前後方向加速度)



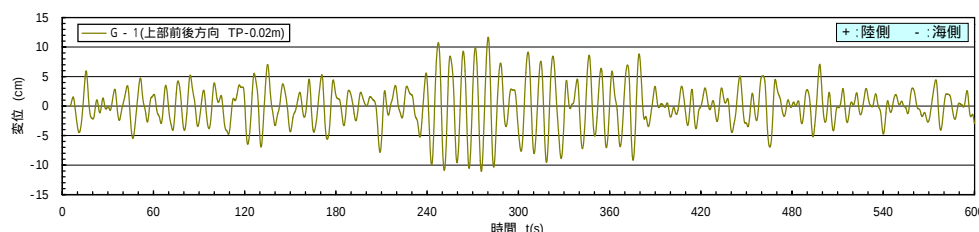
(6) G - 2(上部: 左右方向加速度)



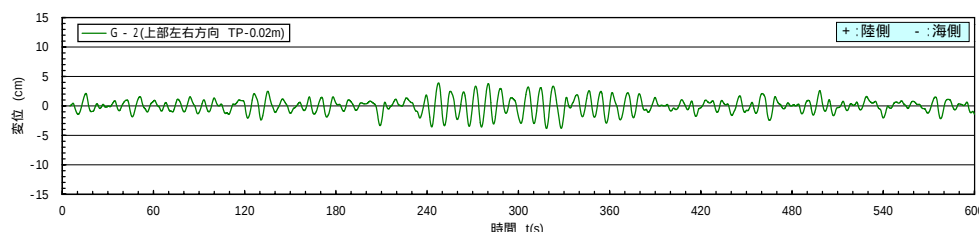
(9) G - 3(下部: 前後方向加速度)



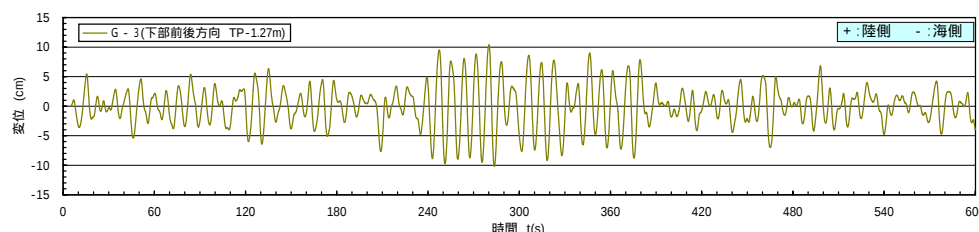
(10) G - 4(下部: 左右方向加速度)



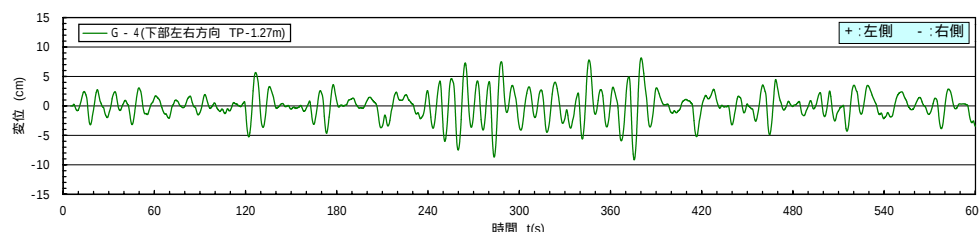
(7) G - 1(上部: 前後方向変位)



(8) G - 2(上部: 左右方向変位)



(11) G - 3(下部: 前後方向変位)



(12) G - 4(下部: 左右方向変位)

図 - 6 第1回計測結果の代表例(計測箇所3、2月19日16:10～16:20)

## 4．第2回計測結果

### 4.1平均水位等の時系列変化

第2回計測は、3月5日10:00～6日10:00の24時間連続観測を実施した。ここでは、これらの計測結果から、毎正時10分間について統計処理して算定した平均水位・有義波高・有義波周期・最大波圧・平均間隙水圧の時系列変化を示す。

#### (1)計測箇所1

図-7は、計測箇所1の平均水位・有義波高・有義波周期・平均間隙水圧の変化を示したものである。なお、間隙水圧については、間隙水圧計の高さが計測点によって異なるため圧力を水位(水頭)に換算した値で表示している。

第2回計測時の干潮は3月5日20時ごろ(TP-0.37m)で、満潮は3月6日8時ごろ(TP+0.40m)である。

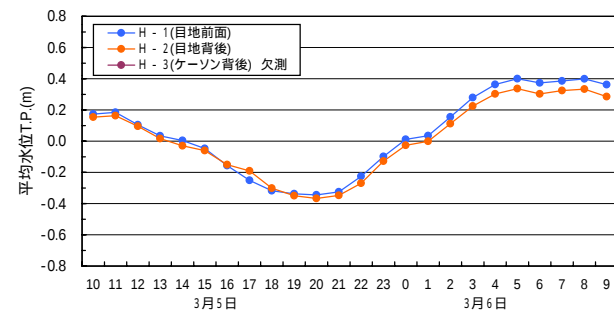
目地前面(H-1)の平均水位と目地背後(H-2)の平均水位を比較すると、干潮時では両者に差はあまりないが、満潮時に7cm程度目地前面(H-1)のほうが水位が高くなっている。

有義波高 $H_{1/3}$ (消波ブロックの間隙内の波高)は0.1m前後であり、時間の経過とともに若干大きくなっている。有義波周期 $T_{1/3}$ は4s程度～8s程度まで変動し、時間の経過とともに周期が長くなる傾向にある。

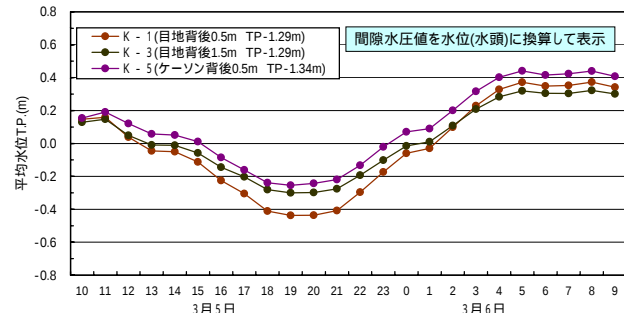
平均間隙水圧の変化については、上部および下部とも全体的な傾向は目地背後(H-2)の水位変化と対応している。

上部の間隙水圧については、ケーソン背後0.5m(K-5)、目地背後1.5m(K-3)、目地背後0.5m(K-1)の順で間隙水圧が大きくなる傾向にある。特に、干潮時には、目地背後(K-1)の間隙水圧が、他の計測点に比べて小さくなる。

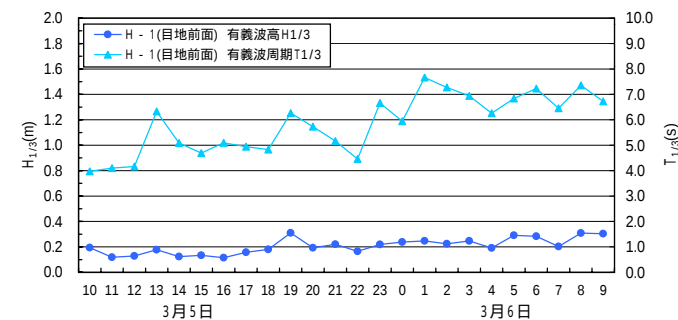
下部の間隙水圧については、計測点による差はあまり見られない。



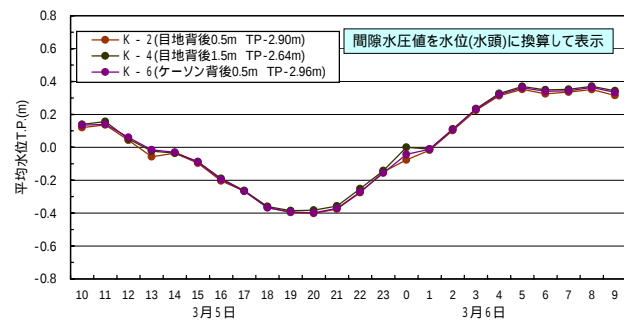
(1)計測箇所1の平均水位の時系列変化



(3)計測箇所1の平均間隙水圧の時系列変化(上部)



(2)計測箇所1の有義波高・有義周期の時系列変化



(4)計測箇所1の平均間隙水圧の時系列変化(下部)

図-7 計測箇所1の平均水位・有義波高・平均間隙水圧の経時変化(第2回計測)

#### (2)計測箇所2

図-8は、計測箇所2の平均水位・有義波高・有義波周期・平均間隙水圧の変化を示したものである。なお、間隙水圧については、間隙水圧計の高さが計測点によって異なるため圧力を水位(水頭)に変換した値で示している。

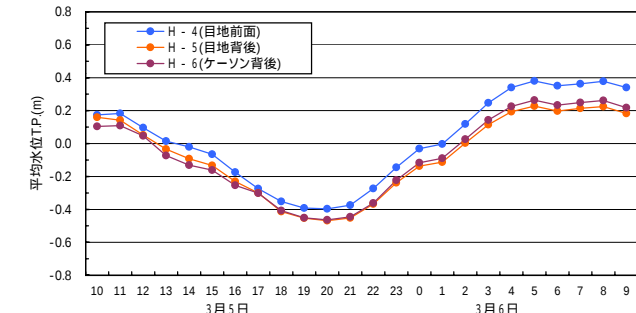
目地前面(H-4)の平均水位と目地背後(H-5)の平均水位あるいはケーソン背後(H-6)の平均水位を比較すると、常に目地前面(H-4)の平均水位のほうが高く、その差は干潮時で約7cm、満潮時で約15cmとなり、満潮時のほうが水位差が大きくなる。

有義波高 $H_{1/3}$ (消波ブロックの間隙内の波高)は0.1m～0.2m程度まで変動し、時間の経過とともに波高が大きくなる傾向にある。有義波周期 $T_{1/3}$ は4s～8s程度まで変動し、時間の経過とともに周期が長くなる傾向にある。

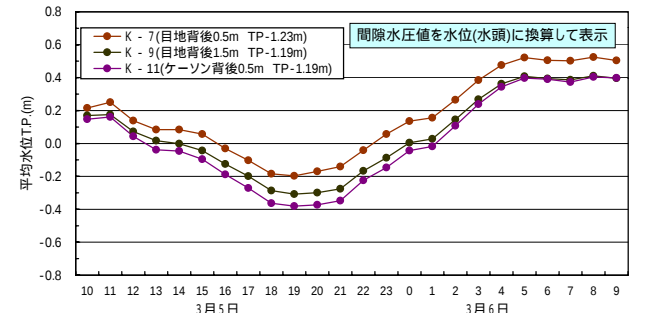
平均間隙水圧の変化については、上部および下部とも全体的な傾向は目地背後(H-5)あるいはケーソン背後(H-6)の水位変化と対応している。

上部の間隙水圧については、目地背後0.5m(K-2)、目地背後1.5m(K-4)、ケーソン背後0.5m(K-6)の順で間隙水圧が大きくなる傾向にある。

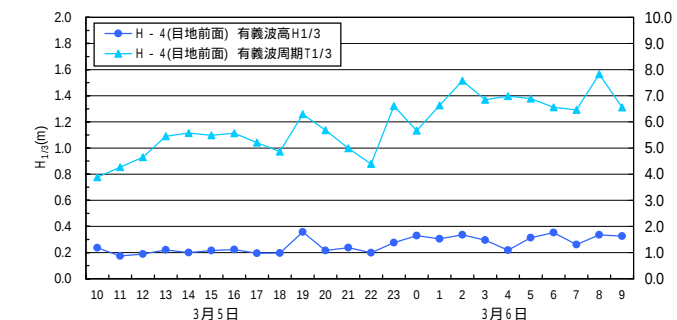
下部の間隙水圧については、計測点による差はあまり見られない。



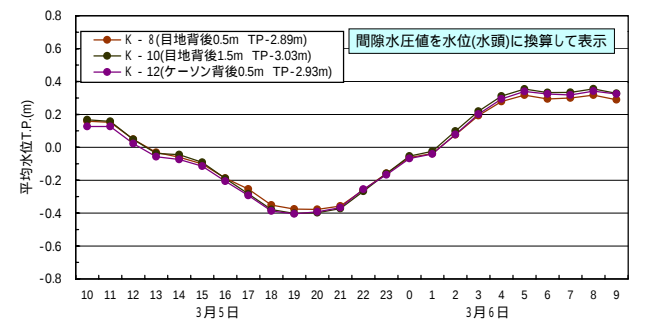
(1)計測箇所2の平均水位の時系列変化



(3)計測箇所2の平均間隙水圧の時系列変化(上部)



(2)計測箇所2の有義波高・有義周期の時系列変化



(4)計測箇所2の平均間隙水圧の時系列変化(下部)

図-8 計測箇所2の平均水位・有義波高・平均間隙水圧の経時変化(第2回計測)

(3)計測箇所3

図 - 9 は、計測箇所3 の平均水位・有義波高・有義波周期・最大波圧(正圧・負圧)の変化を示したものである。

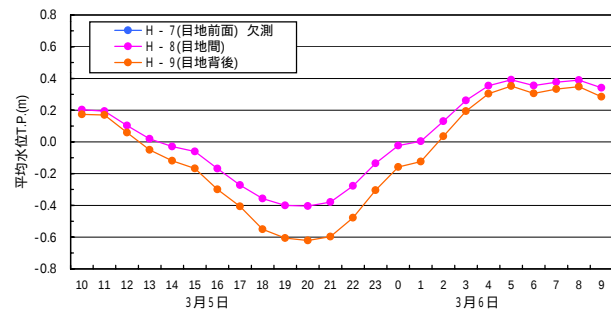
目地間(H - 8)の平均水位と目地背後(H - 9)の平均水位を比較すると、常に目地間(H - 8)の平均水位のほうが高く、その差は干潮時で約20cm、満潮時で約 5 cmとなり、干潮時のほうが水位差が大きくなる。

目地間の有義波高 $H_{1/3}$ は0.2m～0.8m程度まで変動し、時間の経過とともに波高が大きくなる傾向にある。有義波周期 $T_{1/3}$ は5 s～7.5s程度まで変動し、時間の経過とともに周期が長くなる傾向にある。

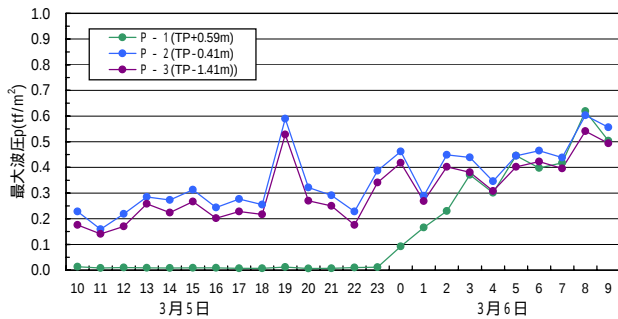
目地間の最大波圧(P - 2、P - 3)の変化と目地間(H - 8)の波高の変化は、比較的よく対応しており、波高が大きくなれば波圧も大きくなる。

防砂板に作用する最大波圧(正圧および負圧とも)は、常に中部(P - 2)のほうが下部(P - 3)より大きく、その差は約0.05tf/m<sup>2</sup>である。

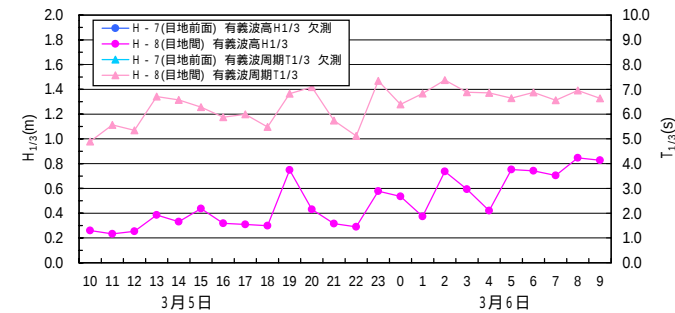
上部(P - 1)においては、目地間(H - 8)の水位が低い場合には波が作用しないため波圧はほとんど0であるが、水位が上昇してくると波圧(正圧)が増加し、満潮時に中部(P - 2)と同程度の波圧となっている。



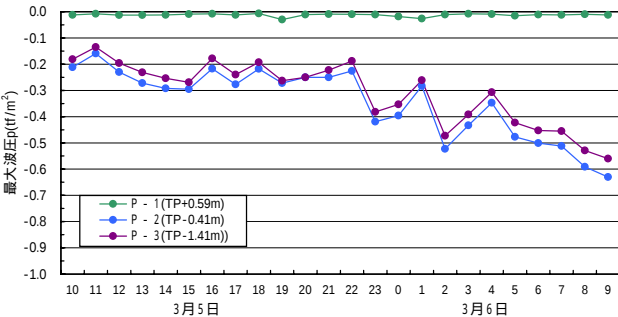
(1)計測箇所3の平均水位の時系列変化



(3)計測箇所3(目地間)の最大波圧(正圧)の時系列変化



(2)計測箇所3の有義波高・有義周期の時系列変化



(4)計測箇所3(目地間)の最大波圧(負圧)の時系列変化

図 - 9 計測箇所3の平均水位・有義波高・最大波圧の経時変化(第2回計測)

(4)計測箇所5

図 - 10は、計測箇所5 の平均水位・有義波高・有義波周期・最大波圧(正圧・負圧)の変化を示したものである。

目地前面(H - 10)、目地間(H - 11)および目地背後(H - 12)の平均水位を比較すると、どの時間帯においても、概ね目地前面(H - 10)、目地間(H - 11)、目地背後(H - 12)の順で平均水位が高くなっている。それぞれの水位差は、満潮時で大きくなる傾向にあり、目地前面(H - 10)と目地間(H - 11)で約 5 cm、目地間(H - 11)と目地背後(H - 12)で約 8 cmとなっている。

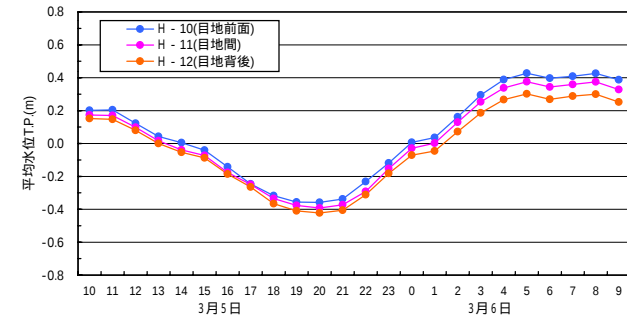
目地前面(H - 10)の有義波高 $H_{1/3}$ は0.2m前後、目地間(H - 11)の $H_{1/3}$ は0.2m～0.6m程度まで変化し、両者とも時間の経過とともに波高が大きくなる傾向にある。目地間(H - 11)の $H_{1/3}$ は、目地前面(H - 10)の $H_{1/3}$ の概ね 2 倍程度となっている。

目地前面(H - 10)および目地間(H - 11)の有義波周期 $T_{1/3}$ は、5 s～7.5 s 程度まで変動し、時間の経過とともに周期が長くなる傾向にある。

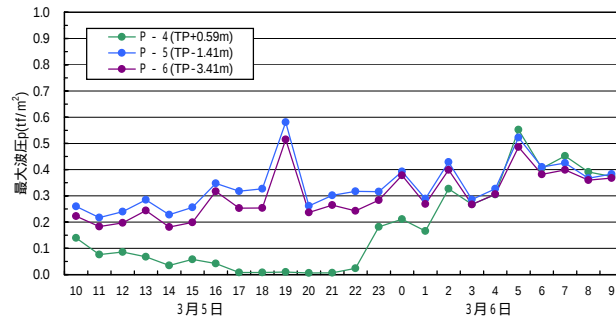
目地間の最大波圧(P - 5、P - 6)の変化と目地間(H - 8)の波高の変化は、比較的よく対応しており、波高が大きくなれば波圧も大きくなる。

防砂板に作用する波圧(正圧および負圧とも)は、常に中部(P - 5)のほうが下部(P - 6)より大きく、その差は約0.05～0.10tf/m<sup>2</sup>である。

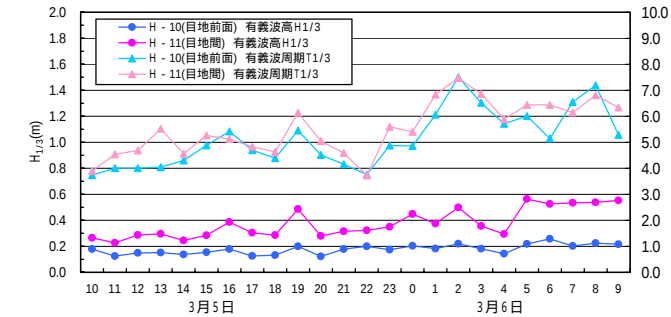
上部(P - 4)においては、目地間(H - 11)の水位が低い場合には波が作用しないため波圧はほとんど0であるが、水位が上昇してくると波圧(正圧)が増加し、満潮時に中部(P - 5)と同程度の波圧となっている。



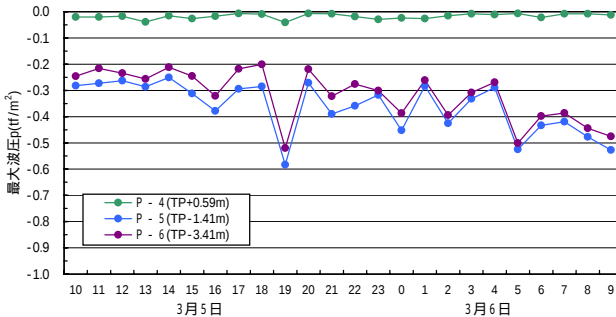
(1)計測箇所5の平均水位の時系列変化



(3)計測箇所5(目地間)の最大波圧(正圧)の時系列変化



(2)計測箇所5の有義波高・有義周期の時系列変化



(4)計測箇所5(目地間)の最大波圧(負圧)の時系列変化

図 - 10 計測箇所5の平均水位・有義波高・最大波圧の経時変化(第2回計測)

4.2水位変動・間隙水圧変動・波圧変動の特性

第2回計測時の水位の変動、間隙水圧の変動および波圧の変動の代表例として、3月6日8:00～8:10の計測結果を示す。

(1)計測箇所1

図-11は、計測箇所1の水位変動および間隙水圧変動の代表例を示したものである。  
目地前面(H-1)の水位変動の最大は±20cm程度であるのに対し、目地背後(H-2)の水位変動の最大は±5cm程度であり、目地背後では水位の変動がかなり小さくなっている。ただし、目地前面で水位変動が大きくなると、目地背後の水位変動も相対的に大きくなることがわかる。  
間隙水圧は、目地背後の水位変動に対応して振動していることがわかる。  
間隙水圧の上部(例えばK-1)と下部(例えばK-2)では、その変動特性にほとんど差がない。  
また、目地背後(例えばK-1)とケーソン背後(例えばK-5)を比較しても、両者の変動特性はほとんど差がない。  
ただし、目地背後0.5m(例えばK-1)と目地背後1.5m(例えばK-3)を比較すると、目地背後1.5mのほうが若干変動幅が小さくなっている。

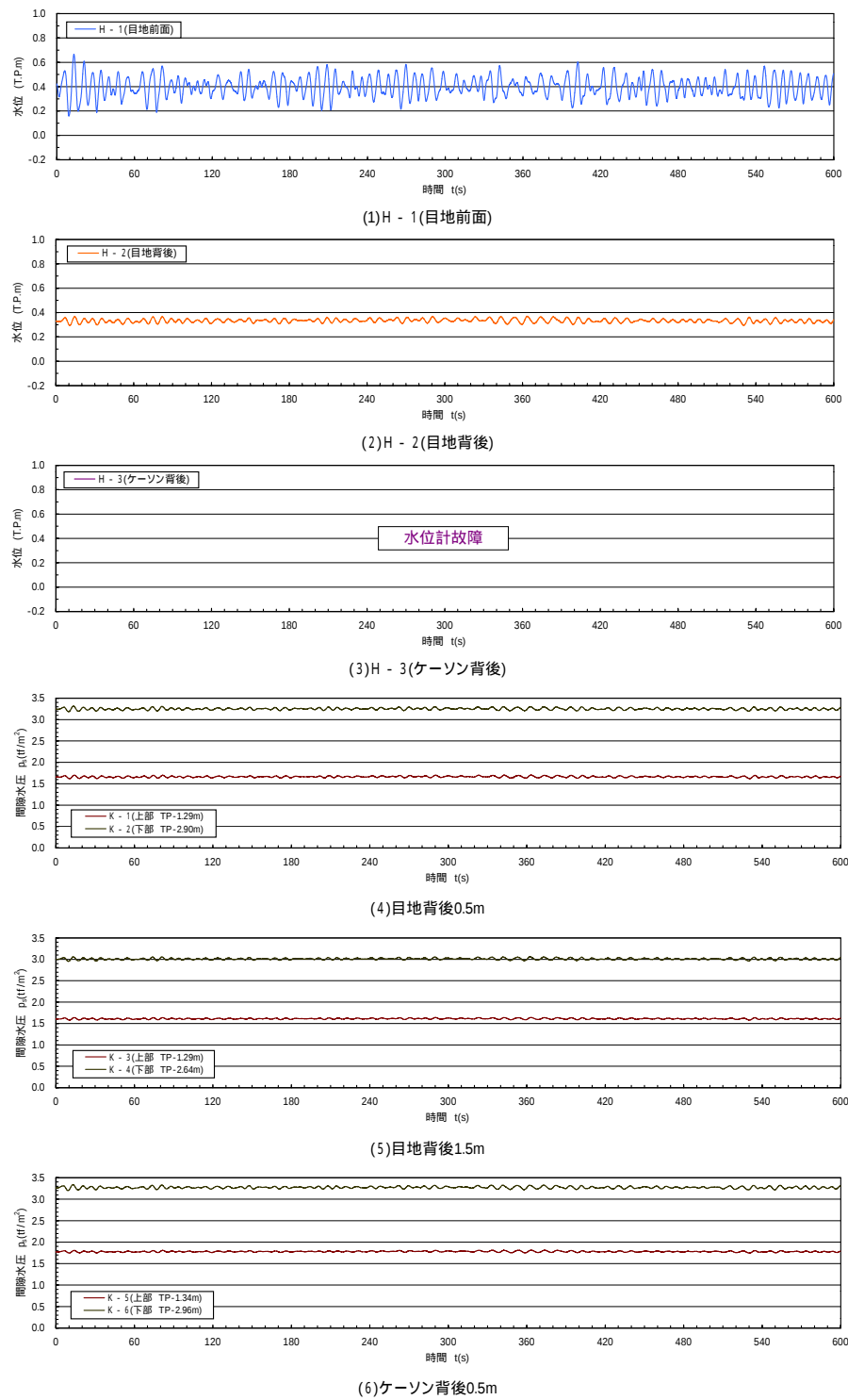


図-11 計測箇所1(No.19-20)の計測結果の代表例(3月6日08時00分～10分)

(2)計測箇所2

図-12は、計測箇所2の水位変動および間隙水圧変動の代表例を示したものである。  
目地前面(H-4)の水位変動の最大は±20cm程度であるのに対し、目地背後(H-5)およびケーソン背後(H-6)の水位変動の最大は±7cm程度であり、目地背後およびケーソン背後では水位の変動がかなり小さくなっている。ただし、目地前面の水位変動が大きくなると、目地背後およびケーソン背後の水位変動も相対的に大きくなることがわかる。  
目地背後(H-5)とケーソン背後(H-6)の水位変動を比較すると、両者にほとんど差がないことがわかる。  
間隙水圧は、目地背後の水位変動に対応して小さく振動していることがわかる。  
間隙水圧の変動特性は、上部(例えばK-7)と下部(例えばK-8)、目地背後(例えばK-7)とケーソン背後(例えばK-11)、目地背後0.5m(例えばK-7)と目地背後1.5m(例えばK-9)で、ほとんど差がないことがわかる。

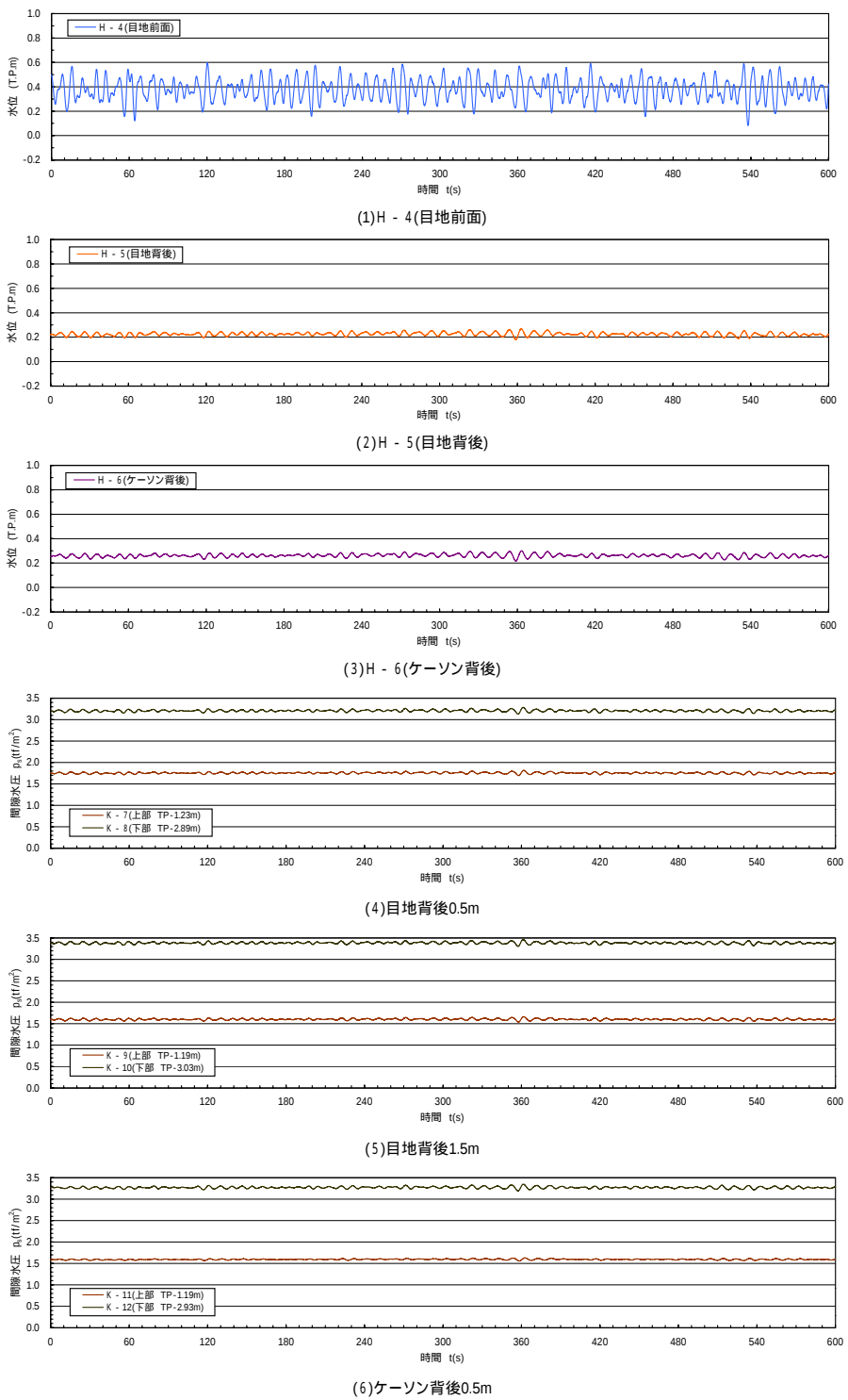


図-12 計測箇所2(No.16-17)の計測結果の代表例(3月6日08時00分～10分)

(3)計測箇所3

図 - 13は、計測箇所3の水位変動および波圧変動の代表例を示したものである。

目地間(H - 8)の水位変動の最大は±50cm程度であるのに対し、目地背後(H - 9)の水位変動の最大は±10cm程度であり、目地背後では水位の変動がかなり小さくなっている。ただし、目地間の水位変動が大きくなると、目地背後の水位変動も相対的に大きくなることがわかる。

計測箇所3の目地背後(H - 9)の水位変動を計測箇所1(H - 2)および計測箇所2(H - 5)と比較すると、明らかに計測箇所3のほうが大きくなっている。

目地間の波圧(P - 2、P - 3)は、目地間の水位(H - 8)に連動して変化していることがわかる。

上部波圧計(P - 1)は、静水面上に設置されているため負圧は発生せず、波が作用していない時間では波圧は0となっている。

中部(P - 2)と下部(P - 3)の波圧変動を比較すると、若干であるが上部のほうが大きくなっている。

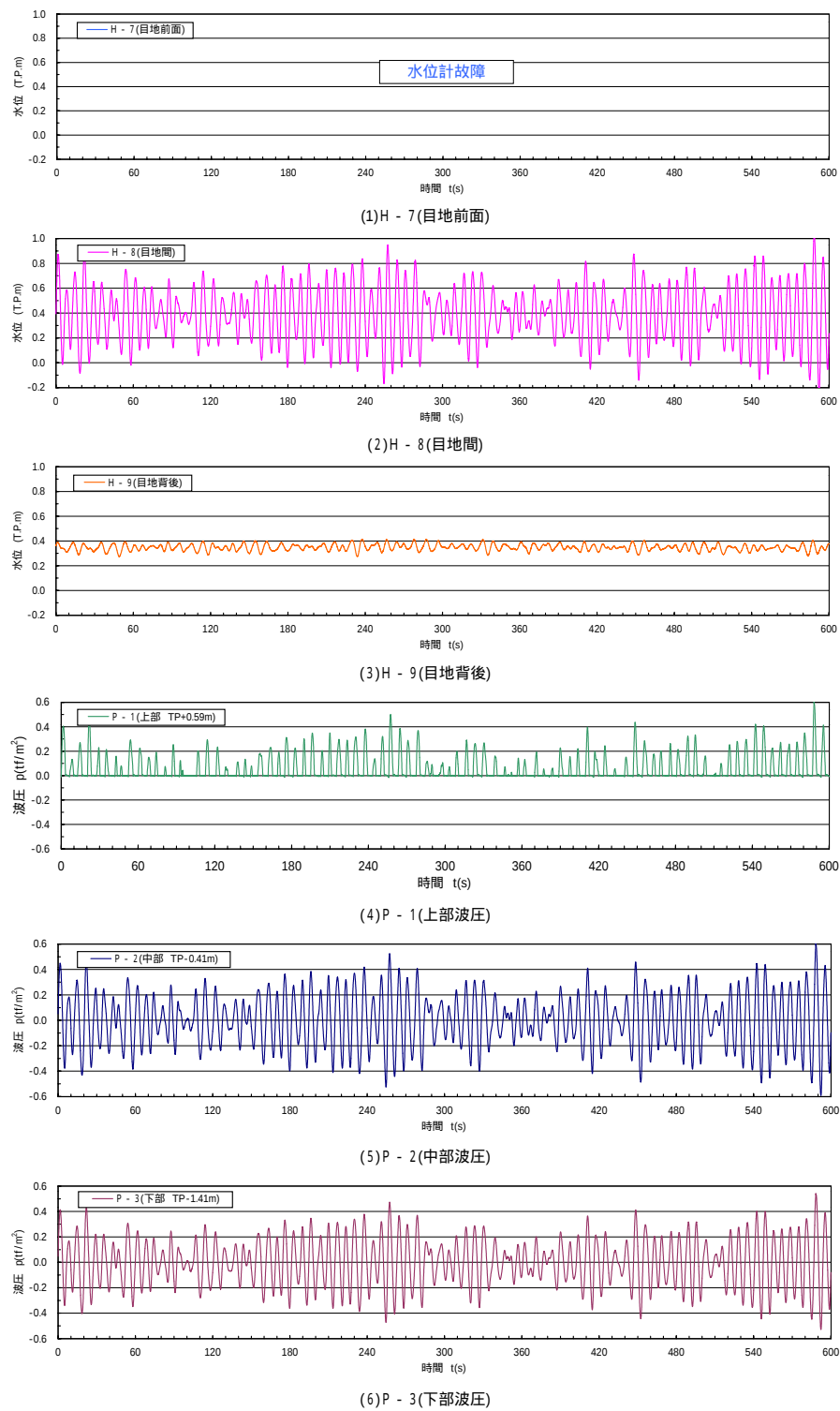


図 - 13 計測箇所3(No.11-12)の計測結果の代表例(3月6日08時00分～10分)

(4)計測箇所5

図 - 14は、計測箇所5の水位変動および波圧変動の代表例を示したものである。

目地前面(H - 10)の水位変動の最大は±20cmであるのに対し、目地間(H - 11)の水位変動の最大は±40cm程度であり、目地間の水位変動のほうが約2倍水位変動が大きくなっている。

目地背後(H - 12)の水位変動の最大は±7cm程度であり、目地前面(H - 10)や目地間(H - 11)の水位変動に比べればかなり小さくなっている。ただし、目地間の水位変動が大きくなると、目地背後の水位変動も相対的に大きくなることがわかる。

目地間の波圧(P - 5、P - 6)は、目地間の水位(H - 11)に連動して変化していることがわかる。

上部波圧計(P - 4)は、静水面上に設置されているため負圧は発生せず、波が作用していない時間では波圧は0となっている。

中部(P - 5)と下部(P - 6)の波圧変動を比較すると、若干であるが上部のほうが大きくなっている。

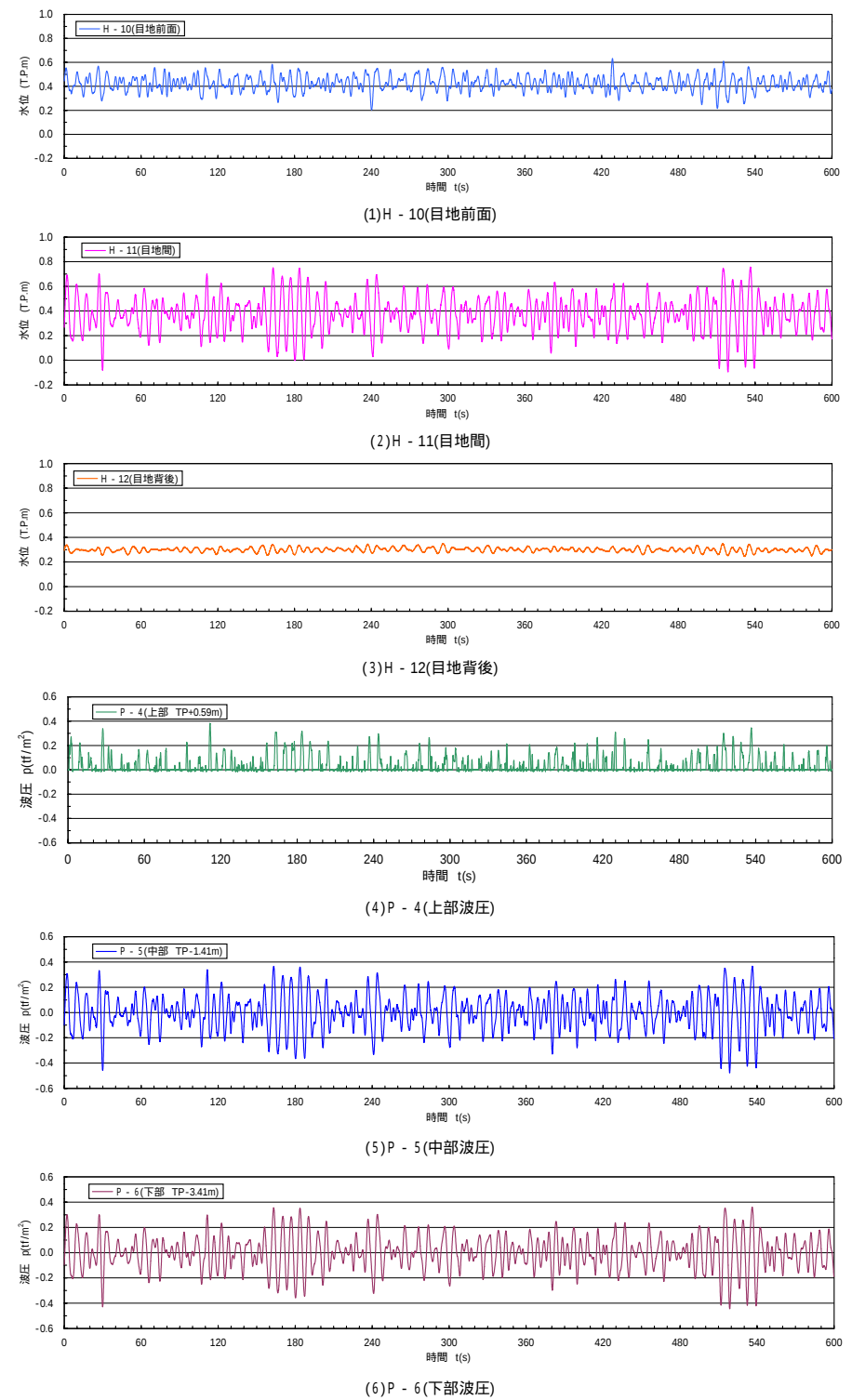


図 - 14 計測箇所5(No.7-8)の計測結果の代表例(3月6日08時00分～10分)

4.3スペクトル解析結果

図 - 15～図 - 18は、平成3月6日8:00～8:10の水位変化および間隙水圧変化から、FFT解析により周波数スペクトルを求めたものである。また、この図には、次式で示される応答関数の算定結果も示している。

$$S(f)_p = F(f) \cdot S(f)_\eta$$

$S(f)_p$ ：目地背後・目地間水位および間隙水圧の周波数スペクトル

$S(f)_\eta$ ：目地前面の水位の周波数スペクトル

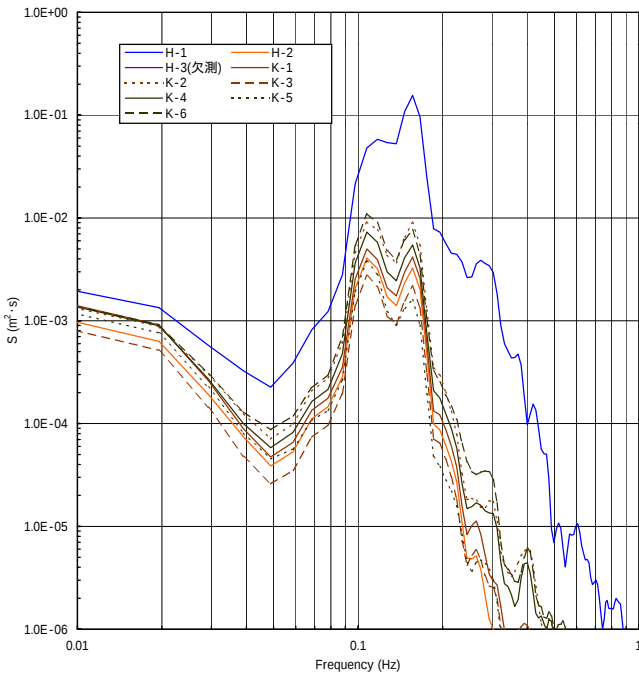
(ただし、計測箇所3については目地前面の水位が欠測しているため目地間水位の周波数スペクトルとしている)。

$F(f)$ ：応答関数

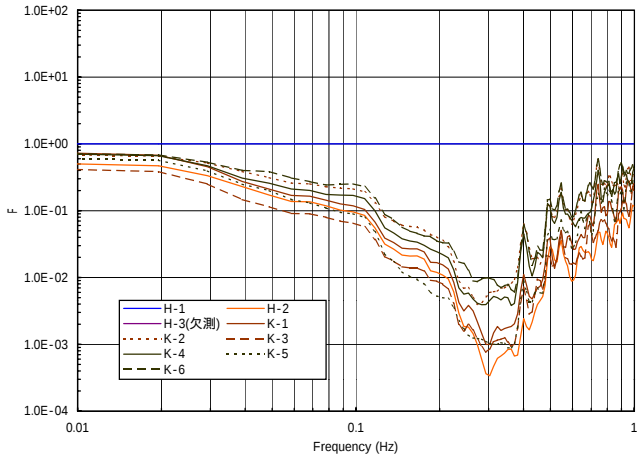
計測箇所1および計測箇所2とも、目地背後水位および間隙水圧の周波数スペクトル形状は地点による差は少ないことがわかる。

これらの応答特性は、どの地点においても0.3Hz付近(T=3 s付近)で極小値となり、それより長周期成分(低周波数成分)で応答性が良くなる傾向にある。

計測箇所5の周波数スペクトルから、目地前面(H-10)と目地間(H-11)の周波数スペクトルを比較すると、0.2Hz付近(T=5 s付近)で応答関数が最大になり、それより低周波数側および高周波数側で応答関数が低下し1に近づく傾向にある。

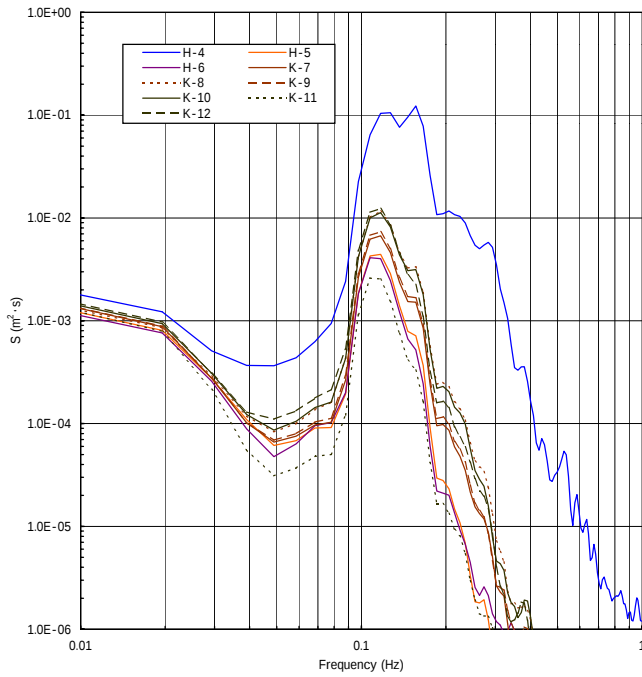


(1)周波数スペクトル

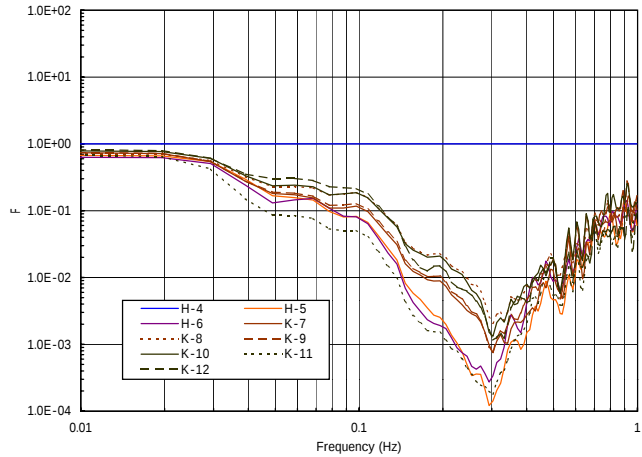


(2)応答関数

図 - 15 計測箇所1の周波数スペクトルと応答関数

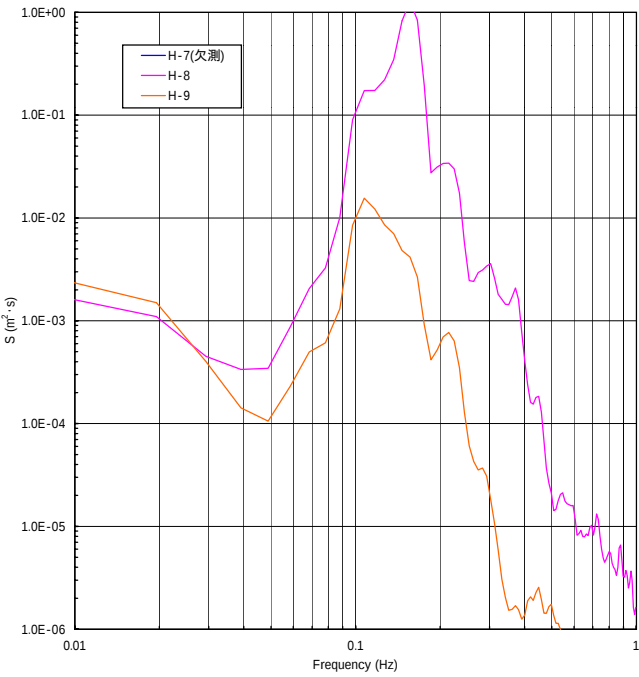


(1)周波数スペクトル

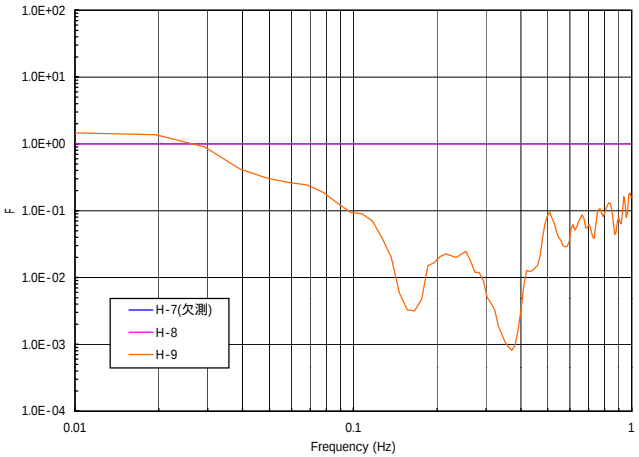


(2)応答関数

図 - 16 計測箇所2の周波数スペクトルと応答関数

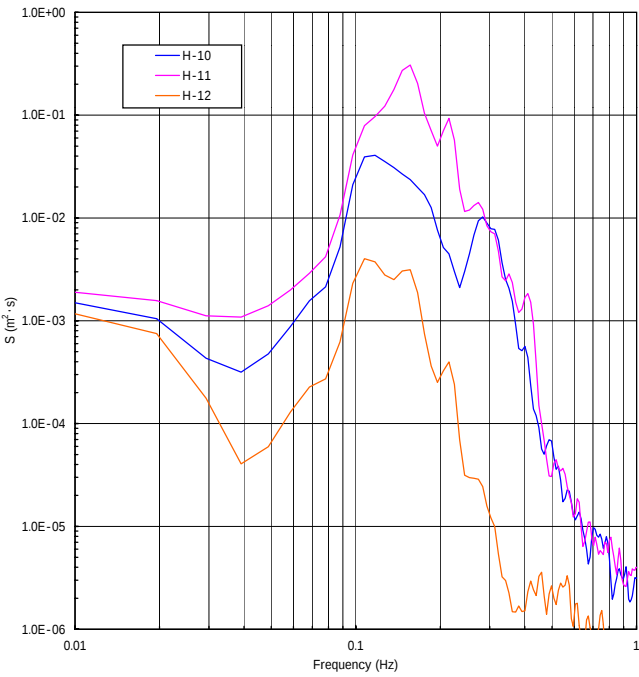


(1)周波数スペクトル

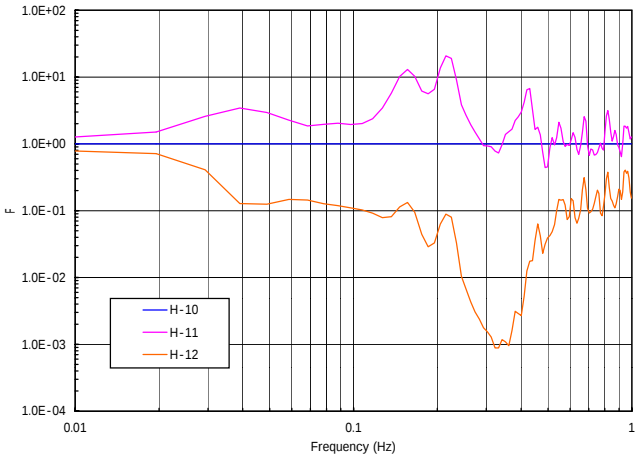


(2)応答関数

図 - 17 計測箇所3の周波数スペクトルと応答関数



(1)周波数スペクトル



(2)応答関数

図 - 18 計測箇所5の周波数スペクトルと応答関数