

# 港湾護岸等の耐震性検討結果について

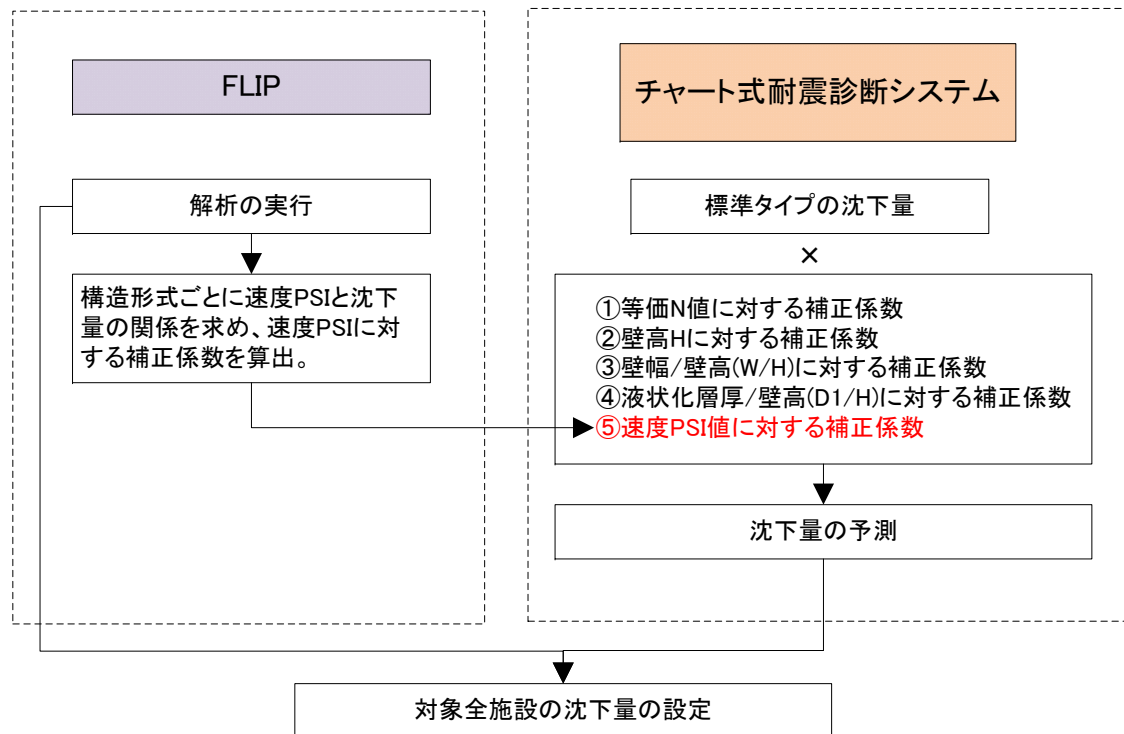
(チャート式耐震診断の精度向上方策)

平成25年3月7日

中国地方整備局港湾空港部



- ★チャート式耐震診断システムはFLIPに比べて推定精度が劣る可能性
- ⇒チャート式耐震診断システムの補正係数のうち、地震動に関する補正係数に着目
- ⇒地震動に関する補正係数は、FLIPの結果から再設定



## 速度のPSI値とは・・・

下式に示すように、各時刻の速度の2乗を全継続時間で足し合わせたものの平方根であり、港湾構造物の変形量の推定に用いる評価指標として用いられている。速度のPSI値は変形量に対して非常に良い相関(線形関係)にあることが分かっている。速度のPSI値はその大きさを確認することで、構造物の変形量の大小を感覚的にイメージすることができる。また、チャート式耐震診断システムによる変形量推定時にも必要となるパラメータである。

$$\text{速度PSI値} = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} v^2(t) dt}$$

## 【傾斜式護岸】

水際線からの距離を考慮した沈下量 = 護岸の天端沈下量 — 護岸からの控え距離に関する補正係数 × 水際線の水平変位

護岸の天端沈下量 = 地盤高補正係数 × 捨石厚補正係数 × 勾配補正係数 × 基礎地盤厚補正係数 × 地盤補正係数  
× 速度のPSI値補正係数 × 基準鉛直変位

水際線の水平変位 = 地盤高補正係数 × 捨石厚補正係数 × 勾配補正係数 × 基礎地盤厚補正係数 × 地盤補正係数  
× 速度のPSI値補正係数 × 基準水平変位

— 速度PSI補正係数の修正方法 —



### 【護岸の天端沈下量補正用】

修正後速度のPSI値補正係数 = 
$$\frac{\text{FLIPから算出される水際線における鉛直変位}}{\text{地盤高補正係数} \times \text{捨石厚補正係数} \times \text{勾配補正係数} \times \text{基礎地盤厚補正係数} \times \text{地盤補正係数} \times \text{基準水平変位}}$$

### 【水際線の水平変位補正用】

修正後速度のPSI値補正係数 = 
$$\frac{\text{FLIPから算出される水際線における水平変位}}{\text{地盤高補正係数} \times \text{捨石厚補正係数} \times \text{勾配補正係数} \times \text{基礎地盤厚補正係数} \times \text{地盤補正係数} \times \text{基準水平変位}}$$

チャート式耐震診断に内蔵されている速度のPSI補正係数を、修正後速度のPSI値補正係数に置換える。

## 【控え矢板式(直杭・組杭)】

水際線からの距離を考慮した沈下量 = 前面矢板根入れ補正係数 × 控え矢板補正係数 × 液状化層厚補正係数  
× 裏込石補正係数 × 壁高補正係数 × **速度のPSI値補正係数** × 基準水平変位



— 速度PSI値補正係数の修正方法 —

修正後速度のPSI値補正係数 = 
$$\frac{\text{FLIPから算出される水際線からの距離を考慮した沈下量}}{\text{地盤高補正係数} \times \text{捨石厚補正係数} \times \text{勾配補正係数} \times \text{基礎地盤厚補正係数} \times \text{地盤補正係数} \times \text{基準水平変位}}$$

チャート式耐震診断に内蔵されている速度のPSI補正係数を、修正後速度のPSI値補正係数に置換える。

本検討で用いた補正係数は以下の通りである。

## 【傾斜式護岸】 (チャート22-①: FLIP4)

傾斜式護岸	控え距離を考慮した沈下量の補正係数			水際線の護岸沈下量の補正係数		
	PSI補正係数(ORI): A	PSI補正係数(MOD): B	係数比(B/A)	PSI補正係数(ORI): A	PSI補正係数(MOD): B	係数比(B/A)
50%非超過波	0.43	0.17	0.39	0.66	0.43	0.65
90%非超過波	1.43	0.92	0.64	1.26	1.58	1.25

※1)PSI補正係数(ORI)はチャート式耐震診断に内蔵されているPSIに対する補正係数。

※2)PSI補正係数(MOD)はFLIPの結果から新たに算出したPSIに対する補正係数。

※3)係数比をチャート式耐震診断により算出される変形量に乗じることにより変形量を補正を行う。

## 【控え矢板式(直杭・組杭)】

控え矢板式(直杭) (チャート11-1: FLIP3)  
控え矢板式(組杭) (チャート2-1: FLIP1)

	控え矢板式(直杭)補正係数			控え矢板式(組杭)補正係数		
	PSI補正係数(ORI): A	PSI補正係数(MOD): B	係数比(B/A)	PSI補正係数(ORI): A	PSI補正係数(MOD): B	係数比(B/A)
50%非超過波	0.0569	0.0387	0.68	0.0124	0.0147	1.18
90%非超過波	0.0474	0.0391	0.82	0.0065	0.0123	1.89

※1)PSI補正係数(ORI)はチャート式耐震診断に内蔵されているPSIに対する補正係数。

※2)PSI補正係数(MOD)はFLIPの結果から新たに算出したPSIに対する補正係数。

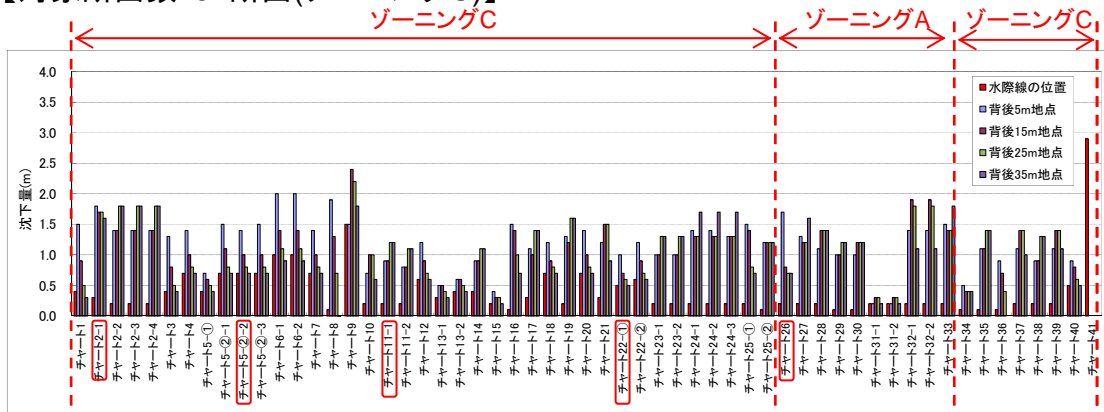
※3)係数比をチャート式耐震診断により算出される変形量に乗じることにより変形量を補正を行う。

## ○水島港水島地区(50%非超過波)

- ・水島地区については、護岸全域を網羅するように護岸の沈下量の把握を実施した。
- ・FLIPの算定結果を反映し、チャート式耐震診断の精度向上検討を実施した。この結果、精度向上検討を実施することにより沈下量が小さくなった。この結果から、チャート式耐震診断の沈下量推定値がFLIPに比べて過大に評価することを是正することができたものと考えられる。

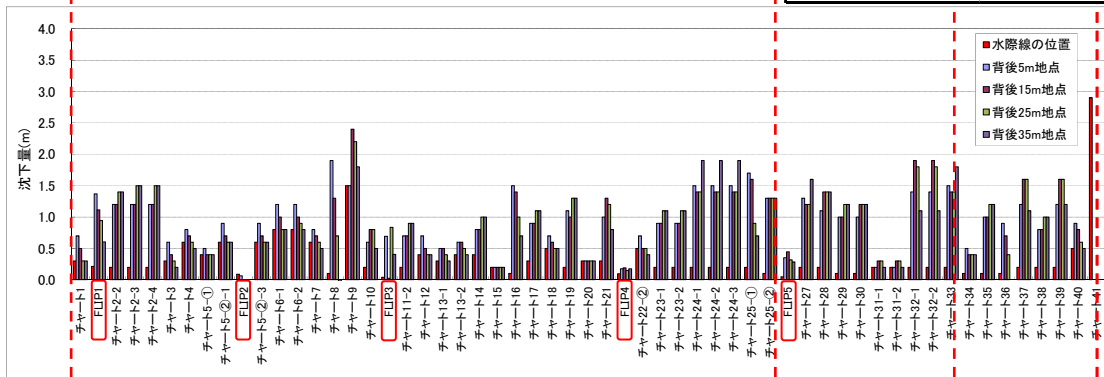
※ゾーニングAについては、チャート式耐震診断とFLIPで構造形式が異なるため、チャート式耐震診断システムの精度向上検討は実施していない。

【対象断面数:32断面(ゾーニングC)】

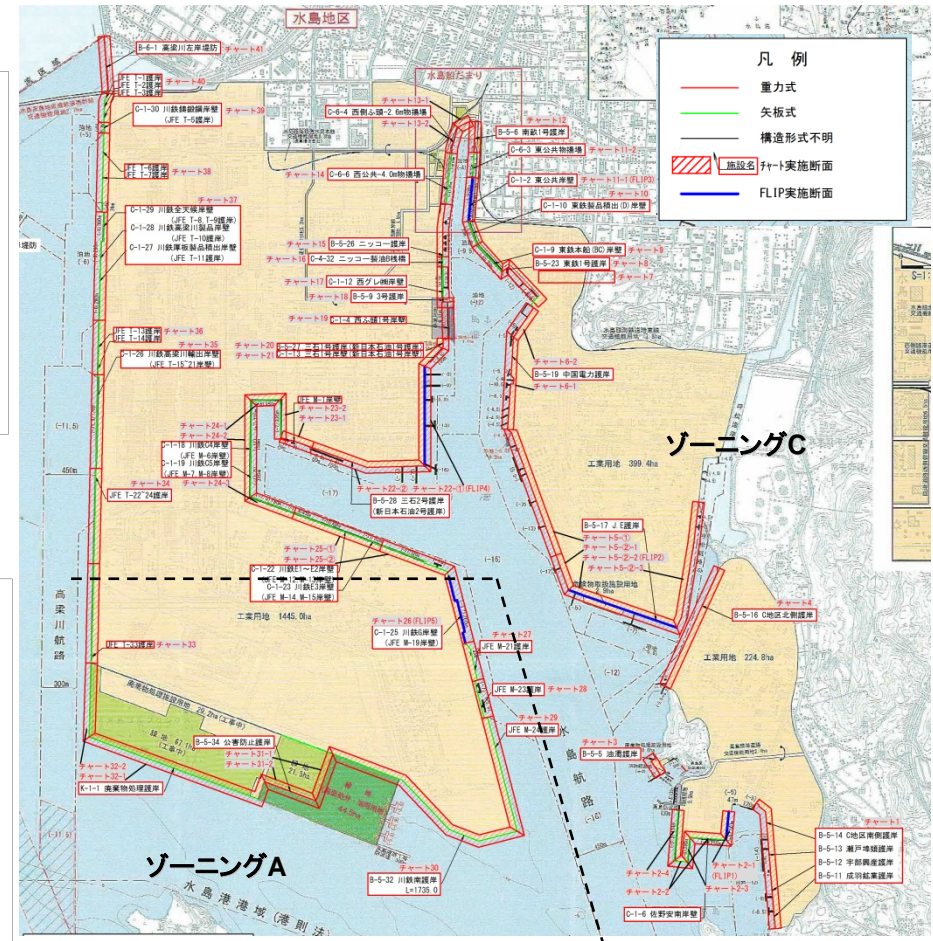


検討結果(50%非超過波)

チャート2-1	FLIP1
チャート5-②-2	FLIP2
チャート11-1	FLIP3
チャート22-①	FLIP4
チャート26	FLIP5



検討結果(50%非超過波) 精度向上検討後

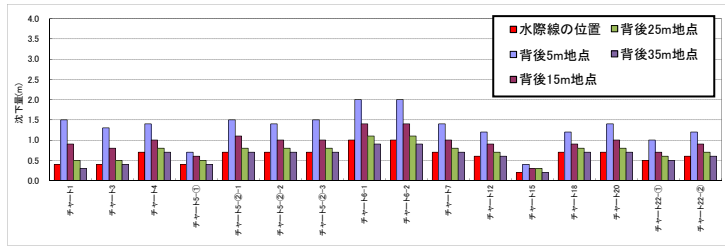


検討位置図(水島港水島地区)

## ○水島港水島地区(50%非超過波)\_ゾーニングCのみ

- ・傾斜護岸は補正係数が1よりも小さいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより変形量が小さくなった。
- ・控え矢板(直杭)は補正係数が1よりも小さいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより変形量が小さくなった。
- ・控え矢板(組杭)は補正係数がほぼ1であるため、速度のPSI値の補正係数を見直しても変形量に違いは見られない。

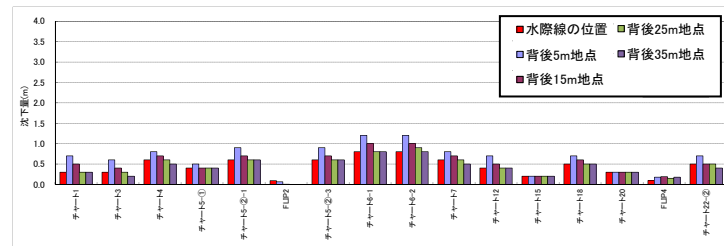
【対象断面数: 16断面】



対象16断面の平均値

水際線	0.6m
背後5m	1.3m
背後15m	0.9m
背後25m	0.7m
背後35m	0.6m

【対象断面数: 16断面】



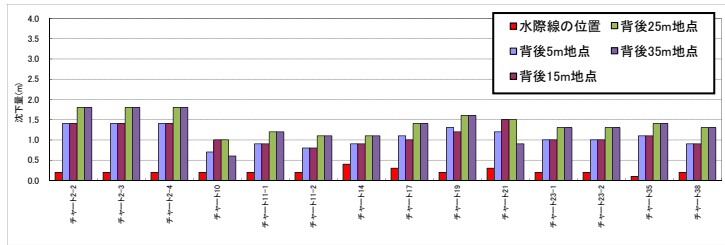
対象16断面の平均値

水際線	0.4m
背後5m	0.7m
背後15m	0.5m
背後25m	0.4m
背後35m	0.4m

傾斜護岸

傾斜護岸

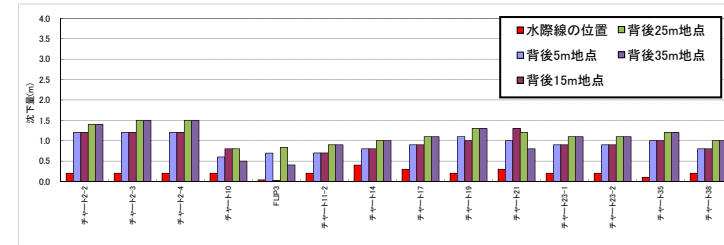
【対象断面数: 14断面】



対象14断面の平均値

水際線	0.2m
背後5m	1.1m
背後15m	1.1m
背後25m	1.4m
背後35m	1.3m

【対象断面数: 14断面】



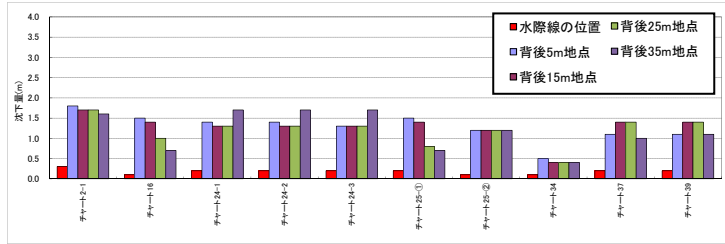
対象14断面の平均値

水際線	0.2m
背後5m	0.9m
背後15m	0.9m
背後25m	1.1m
背後35m	1.1m

控え直杭式矢板

控え直杭式矢板

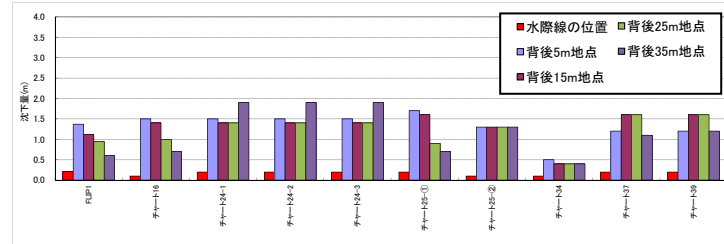
【対象断面数: 10断面】



対象10断面の平均値

水際線	0.2m
背後5m	1.3m
背後15m	1.3m
背後25m	1.2m
背後35m	1.2m

【対象断面数: 10断面】



対象10断面の平均値

水際線	0.2m
背後5m	1.3m
背後15m	1.3m
背後25m	1.2m
背後35m	1.2m

控え組杭式矢板

控え組杭式矢板

検討結果(50%非超過波)

検討結果(50%非超過波) 精度向上検討後

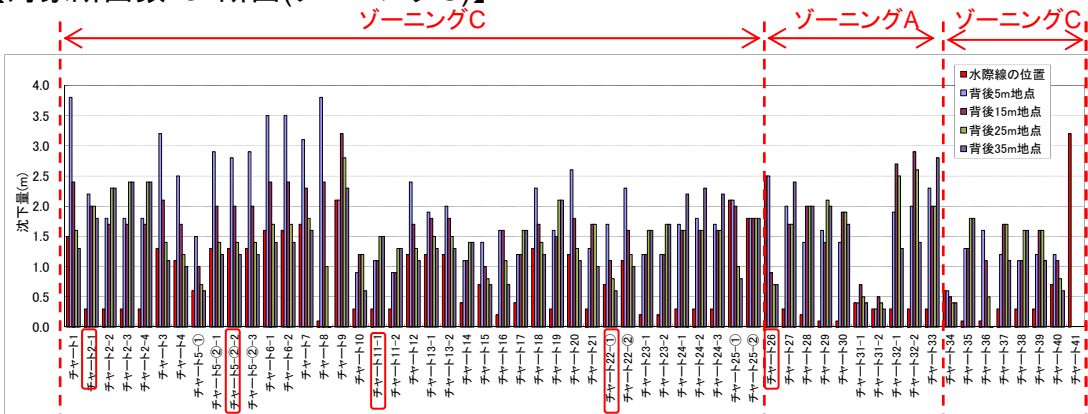


## ○水島港水島地区(90%非超過波)

- ・水島地区については、護岸全域を網羅するように護岸の沈下量の把握を実施した。
- ・FLIPの算定結果を反映し、チャート式耐震診断の精度向上検討を実施した。この結果、精度向上検討を実施することにより沈下量が小さくなる施設と沈下量が大きくなる施設が存在することとなった。

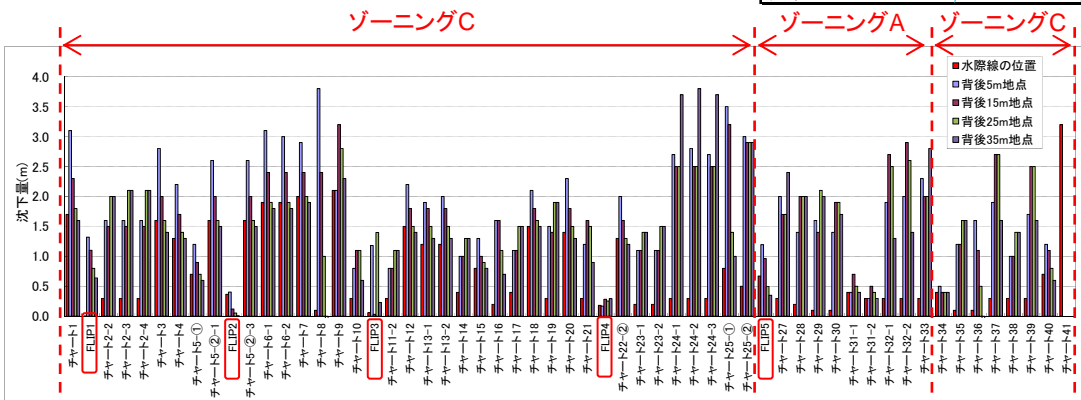
※ゾーニングAについては、チャート式耐震診とFLIPで構造形式が異なるため、チャート式耐震診断の精度向上検討は実施していない。

【対象断面数:32断面(ゾーニングC)】

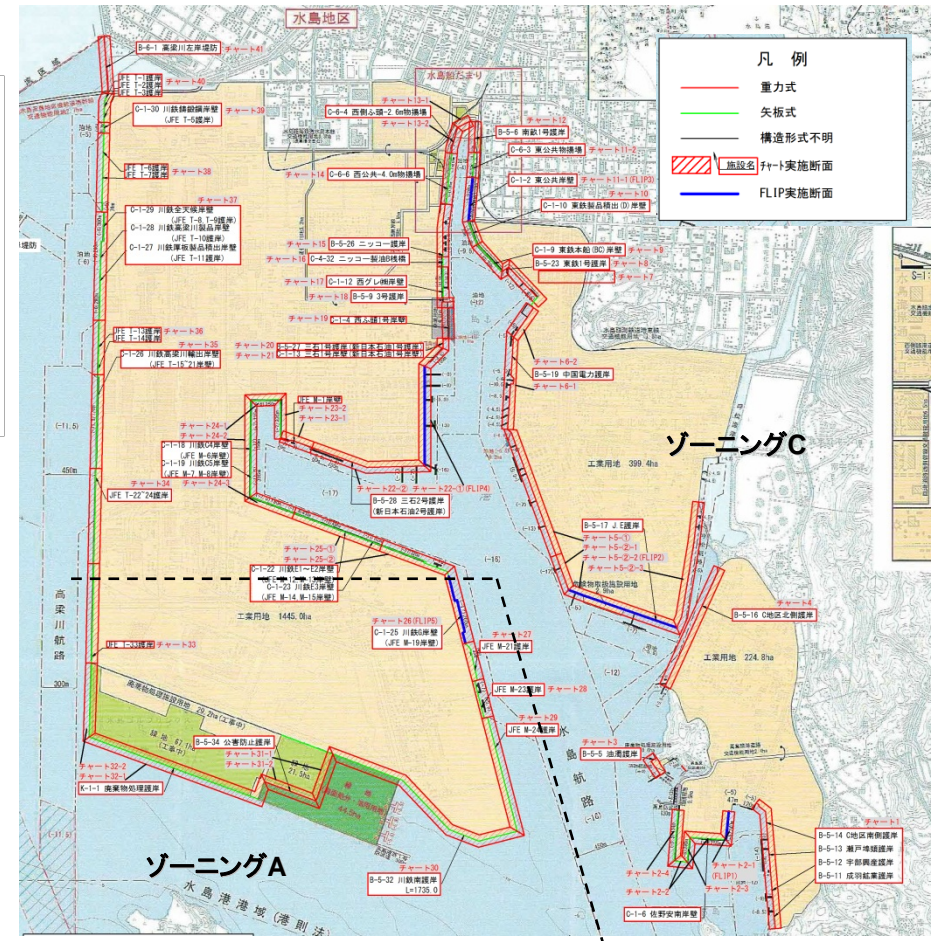


検討結果(90%非超過波)

チャート2-1	FLIP1
チャート5-②-2	FLIP2
チャート11-1	FLIP3
チャート22-①	FLIP4
チャート26	FLIP5



検討結果(90%非超過波) 精度向上検討後

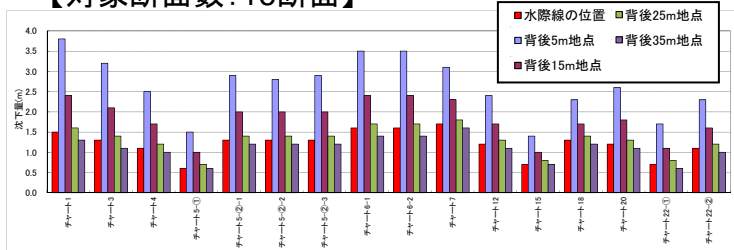


検討位置図(水島港水島地区)

## ○水島港水島地区(90%非超過波)\_ゾーニングCのみ

- ・傾斜護岸は控え距離を考慮した沈下量の補正係数が1よりも小さいが、水際線の補正係数が1よりも大きいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより、背後の距離に応じて沈下量が大きくなる場合と小さくなる場合が混在する結果となった。
- ・控え矢板(組杭)は補正係数が1よりも小さいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより変形量が小さくなった。
- ・控え矢板(組杭)は補正係数が2程度であるため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより沈下量が大きくなる。

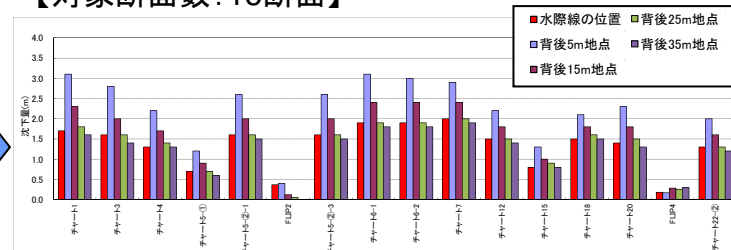
【対象断面数:16断面】



対象16断面の平均値

水際線	1.2m
背後5m	2.7m
背後15m	1.8m
背後25m	1.3m
背後35m	1.1m

【対象断面数:16断面】

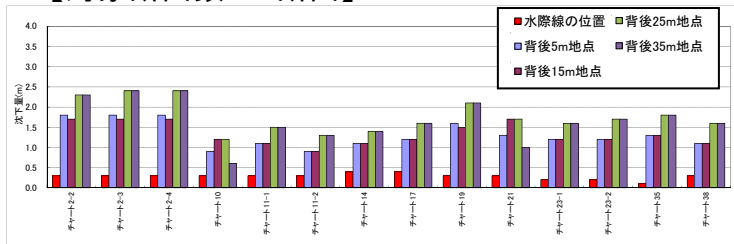


対象16断面の平均値

水際線	1.3m
背後5m	2.1m
背後15m	1.7m
背後25m	1.4m
背後35m	1.2m

傾斜護岸

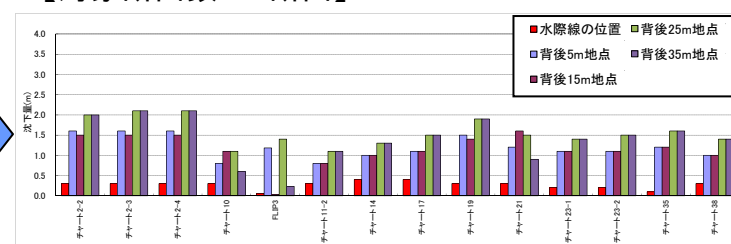
【対象断面数:14断面】



対象14断面の平均値

水際線	0.3m
背後5m	1.3m
背後15m	1.3m
背後25m	1.8m
背後35m	1.7m

【対象断面数:14断面】

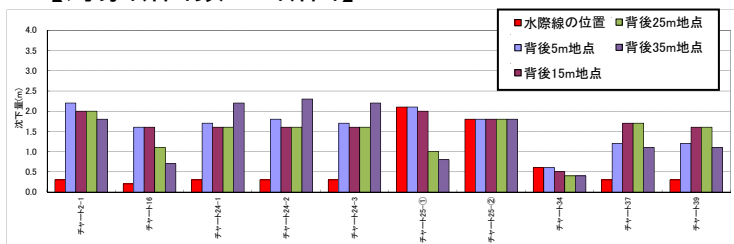


対象14断面の平均値

水際線	0.3m
背後5m	1.2m
背後15m	1.1m
背後25m	1.6m
背後35m	1.4m

控え直杭式矢板

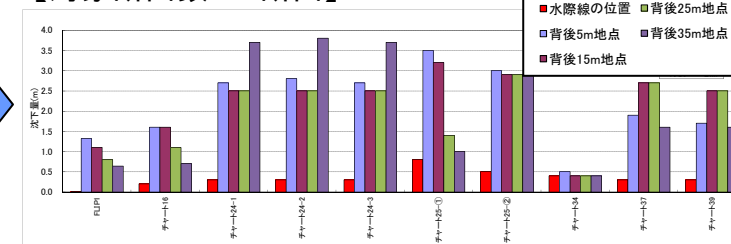
【対象断面数:10断面】



対象10断面の平均値

水際線	0.7m
背後5m	1.6m
背後15m	1.6m
背後25m	1.4m
背後35m	1.4m

【対象断面数:10断面】



対象10断面の平均値

水際線	0.3m
背後5m	2.2m
背後15m	2.2m
背後25m	1.9m
背後35m	2.0m

控え組杭式矢板

検討結果(90%非超過波)

控え組杭式矢板

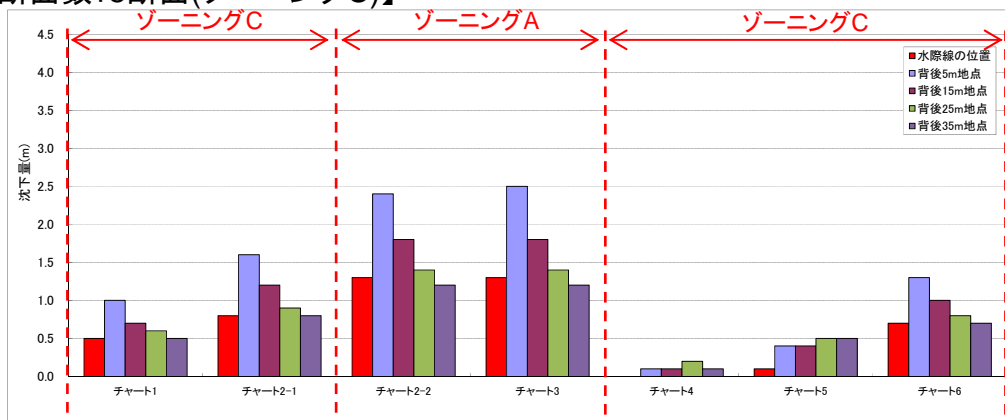
検討結果(90%非超過波) 精度向上検討後

## ○水島港玉島地区(50%非超過波)

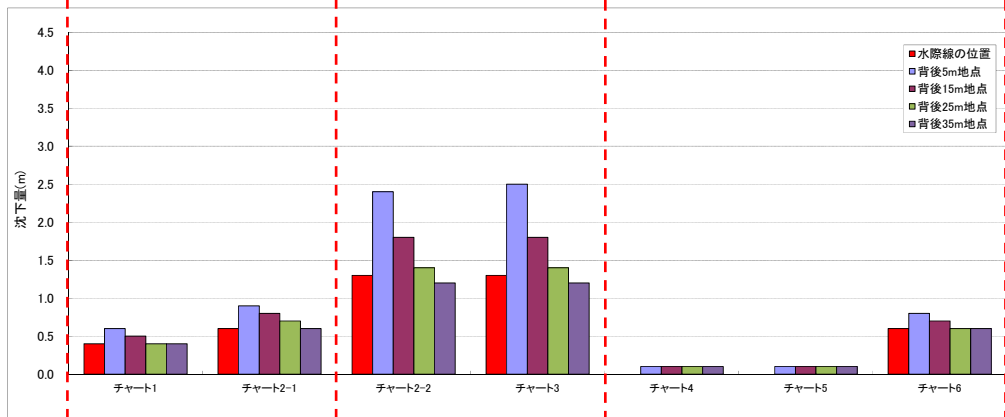
- ・玉島地区の代表護岸の沈下量の把握を行った。
- ・FLIPの算定結果を反映し、チャート式耐震診断の精度向上検討を実施した。この結果、精度向上検討を実施することにより沈下量が小さくなった。この結果から、チャート式耐震診断の沈下量推定値がFLIPに比べて過大に評価することを是正することができたものと考えられる。

※ゾーニングAについては、チャート式耐震診断とFLIPで構造形式が異なるため、チャート式耐震診断の精度向上検討は実施していない。

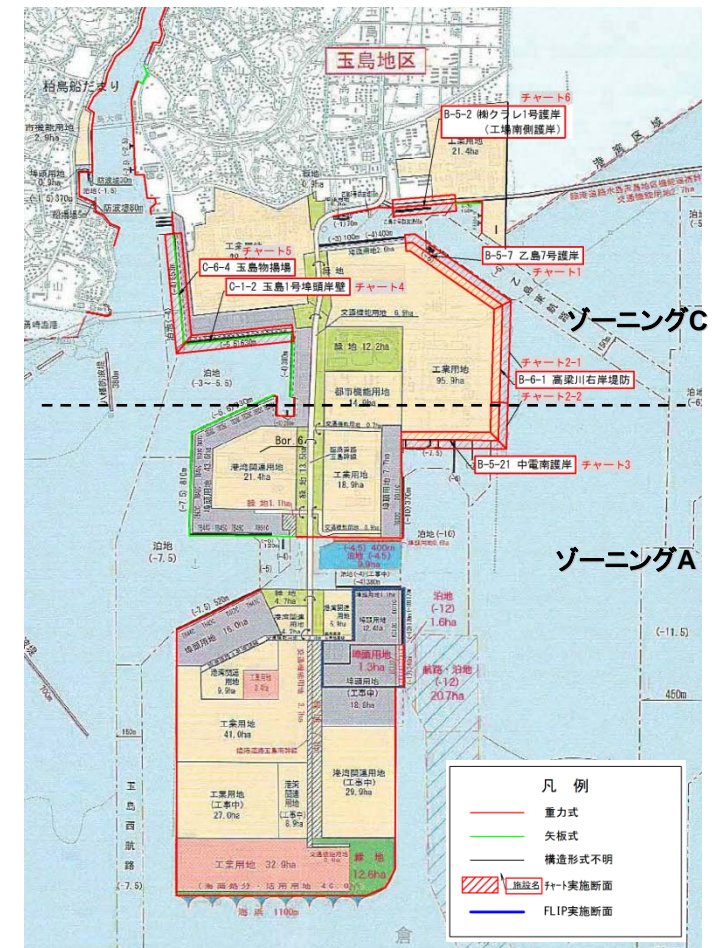
【対象断面数:5断面(ゾーニングC)】



検討結果(50%非超過波)



検討結果(50%非超過波) 精度向上検討後

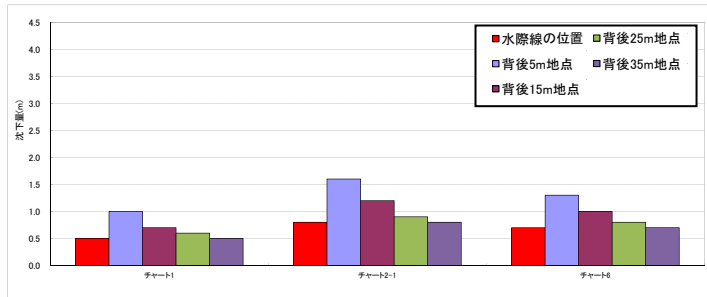


検討位置図(水島港玉島地区)

## ○水島港玉島地区(50%非超過波)\_ゾーニングCのみ

- ・傾斜護岸は補正係数が1よりも小さいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより変形量が小さくなった。
- ・控え矢板(直杭)は補正係数が1よりも小さいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより変形量が小さくなった。

【対象断面数:3断面】

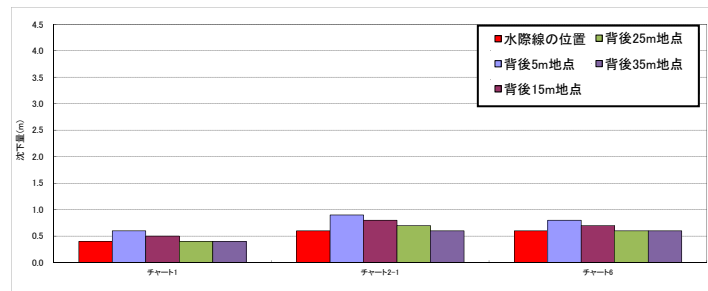


対象3断面の平均値

水際線	0.7m
背後5m	1.3m
背後15m	1.0m
背後25m	0.8m
背後35m	0.7m

傾斜護岸

【対象断面数:3断面】

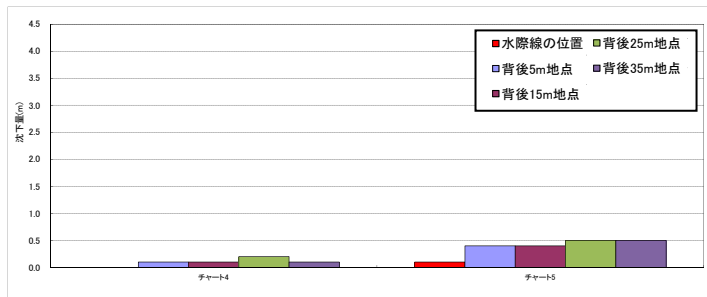


対象3断面の平均値

水際線	0.5m
背後5m	0.8m
背後15m	0.7m
背後25m	0.6m
背後35m	0.5m

傾斜護岸

【対象断面数:2断面】

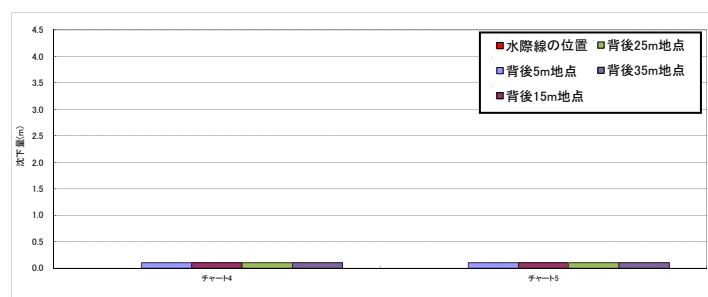


対象2断面の平均値

水際線	0.1m
背後5m	0.3m
背後15m	0.3m
背後25m	0.4m
背後35m	0.3m

控え直杭式矢板

【対象断面数:2断面】



対象2断面の平均値

水際線	0.0m
背後5m	0.1m
背後15m	0.1m
背後25m	0.1m
背後35m	0.1m

控え直杭式矢板

検討結果(50%非超過波)

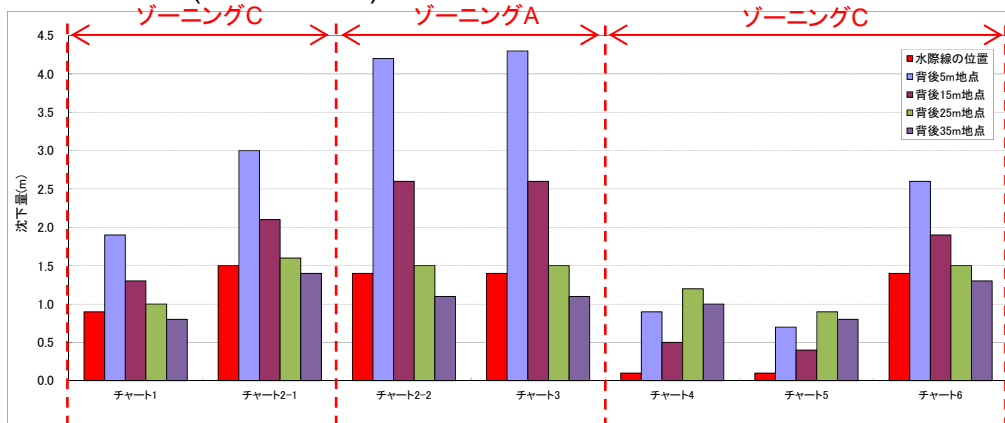
検討結果(50%非超過波) 精度向上検討後

## ○水島港玉島地区(90%非超過波)

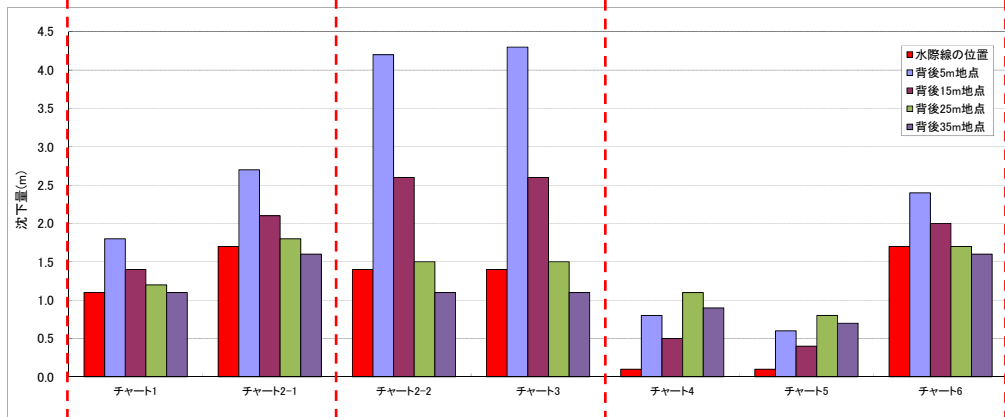
- ・玉島地区の代表護岸の沈下量の把握を行った。
- ・FLIPの算定結果を反映し、チャート式耐震診断の精度向上検討を実施した。この結果、精度向上検討を実施することにより沈下量が小さくなった。この結果から、チャート式耐震診断の沈下量推定値がFLIPに比べて過大に評価することを是正することができたものと考えられる。

※ゾーニングAについては、チャート式耐震診断とFLIPで構造形式が異なるため、チャート式耐震診断システムの精度向上検討は実施していない。

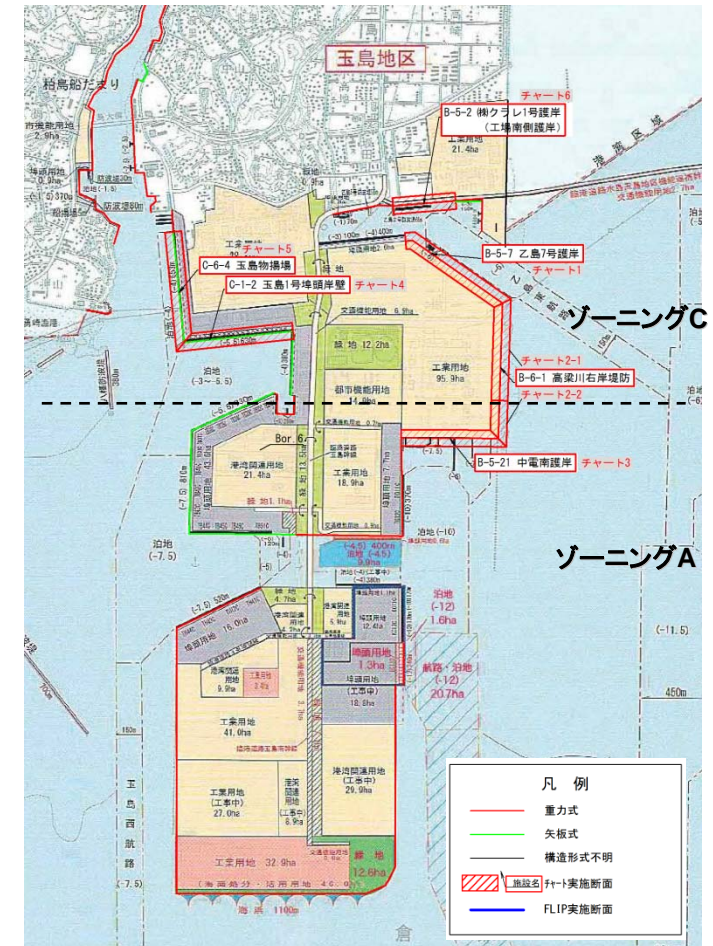
【対象断面数:5断面(ゾーニングC)】



検討結果(90%非超過波)



検討結果(90%非超過波) 精度向上検討後

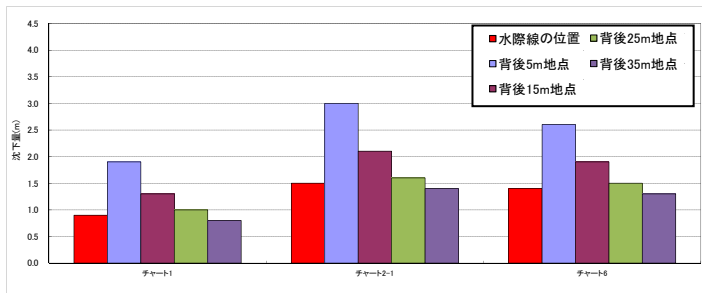


検討位置図(水島港玉島地区)

## ○水島港玉島地区(90%非超過)\_ゾーニングCのみ

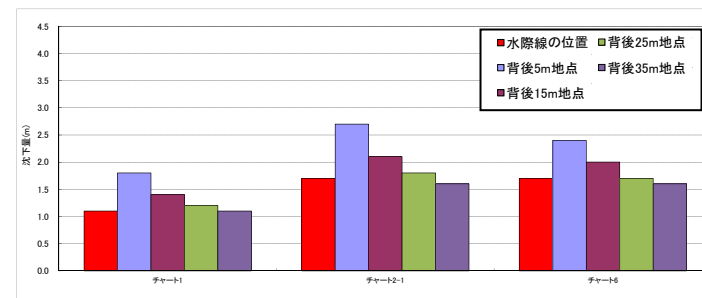
- ・傾斜護岸は控え距離を考慮した沈下量の補正係数が1よりも小さいが、水際線の補正係数が1よりも大きいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより、背後の距離に応じて沈下量が大きくなる場合と小さくなる場合が混在する結果となった。
- ・控え矢板(直杭)は補正係数が1よりも小さいため、速度のPSI値の補正係数を見直すことにより変形量が小さくなった。

【対象断面数:3断面】



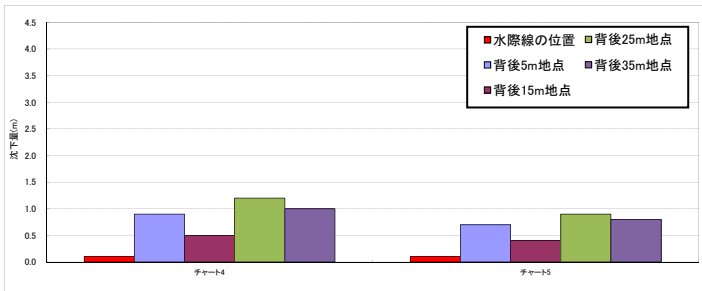
傾斜護岸

【対象断面数:3断面】



傾斜護岸

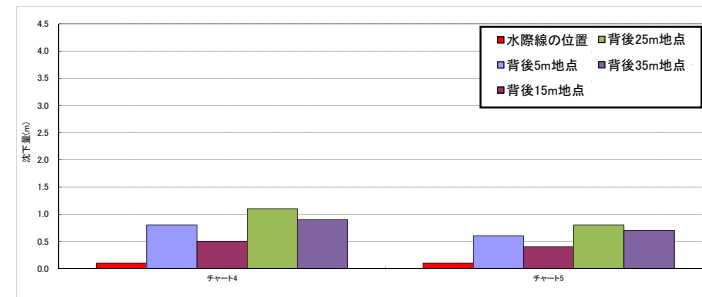
【対象断面数:2断面】



控え直杭式矢板

検討結果(90%非超過波)

【対象断面数:2断面】



控え直杭式矢板

検討結果(90%非超過波) 精度向上検討後

1. 傾斜式護岸は、速度のPSI値に対する補正係数を修正することにより、補正前の変形量に比べて小さくなる。ただし、90%非超過波を対象とした場合は、水際線の護岸沈下量の補正係数が1よりも大きいため、背後の距離に応じて沈下量が大きくなる場合と小さくなる場合が混在する結果となった。
2. 控え矢板式(直杭)は、速度のPSI値に対する補正係数を修正することにより、補正前の変形量に比べて小さくなる。チャート式耐震診断はFLIPの結果に対して変形量が大きく推定されるため、補正により過大評価の傾向を是正できたものと考えられる。
3. 控え矢板式(組杭)は、速度のPSI値に対する補正係数を修正することにより、90%非超過波を対象とした場合、補正前の変形量に比べて大きくなる。