

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

内 容

2.1 空洞の発生要因

2.2 空洞深さと目地幅の関連性

2.3 今回調査で分かった施工及び対策工実施にあたっての留意点

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.1 空洞の発生要因

2.1 空洞の発生要因

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.1 空洞の発生要因

□ 空洞規模の分類

【現地調査での確認事項】目地部で発生した空洞において、防砂板の損傷がみられた箇所では裏込石流出を伴う大きな空洞が確認された。また、防砂板の損傷はみられないが、防砂板の上端とケーソン上部工に隙間がある箇所では比較的小さな空洞が確認された。波返工前面で発生した空洞において、基礎碎石および土砂の下部流出もしくは局所的な発生が確認された。

- ・事例及び背後土砂も踏まえて、基礎碎石に加えて裏込石の流出が確認された空洞(空洞深さ 20cm以上)を「**空洞規模が大きい事例**」とし、裏込石の流出に至っていない事例は「**空洞規模が小さい事例**」と分類する。
- ・波返工前面の空洞は「空洞規模が小さい事例」と分類する。

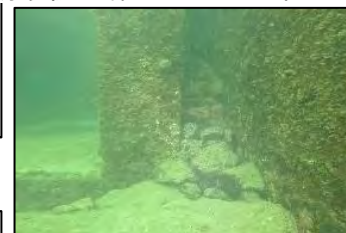
□ 空洞発生・規模拡大の推定過程(目地部の空洞)

推定される空洞発生・規模拡大の過程

防砂板の上端とケーソン上部工に存在する隙間から土砂(碎石)が流出する等して小さな空洞が発生
 ↓
 台風等の高潮を伴う波浪外力の影響で防砂板が損傷(留め金具の腐食等も影響)
 ↓
 目地幅よりも小さな粒径の裏込石が目地部から流出
 ↓
 裏込石流出の進行に伴って、基礎碎石及び土砂層も流出し、空洞規模拡大



防砂板上端とケーソン上部工の隙間



目地部からの裏込石流出状況

□ 空洞発生の推定過程(波返工前面の空洞)

推定される空洞規模拡大の過程

波返工と床版の隙間(目地等)より雨水・越波水が進入
 ↓
 基礎碎石が下部の裏込石へ流出(防砂シートが機能していない場合)
 ↓
 基礎碎石の層厚に相当する空洞が発生
 ※波返工の構造物近傍の施工時転圧不足等による局所的な基礎碎石(土砂層)の沈下も推定。



基礎碎石及び土砂層の流出状況

裏付事例

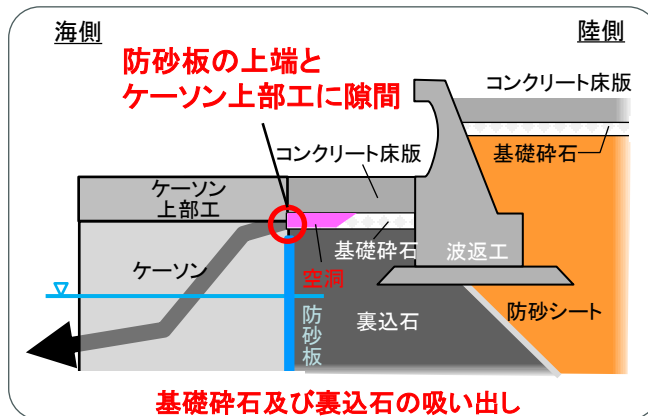
- 事例1-1 西垂水舞子海岸防波護岸1 No.1 防砂板の損傷等が確認
- 事例1-2 大蔵海岸防波護岸1(東)目地No.6 防砂板の留め金具の劣化・破損及び防砂板のめくれが確認
- 事例1-3 大蔵海岸防波護岸1(東)目地No.9 防砂板は直接確認できないが、目地部への裏込石流出状況を確認(損傷を推定)
- 事例1-4 大蔵海岸防波護岸1(中央)目地No.11 防砂板の留め金具の劣化・破損及び防砂板のめくれが確認

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

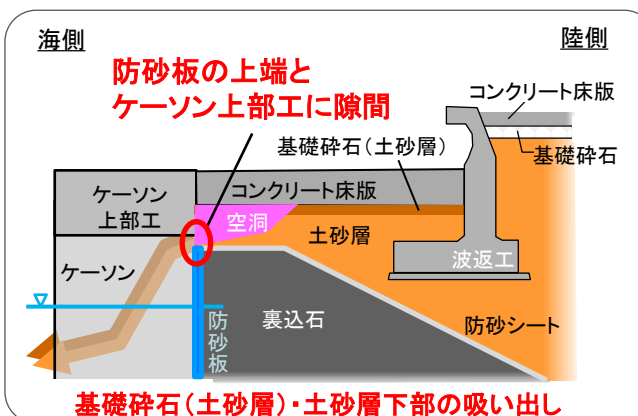
2.1 空洞の発生要因

□ 空洞の発生要因（目地部で発生した空洞）

- ・ 防砂板の損傷はみられないが、防砂板の上端とケーソン上部工に隙間がある
→ 基礎碎石（大蔵海岸では土砂層下部）が吸い出されたことを推定

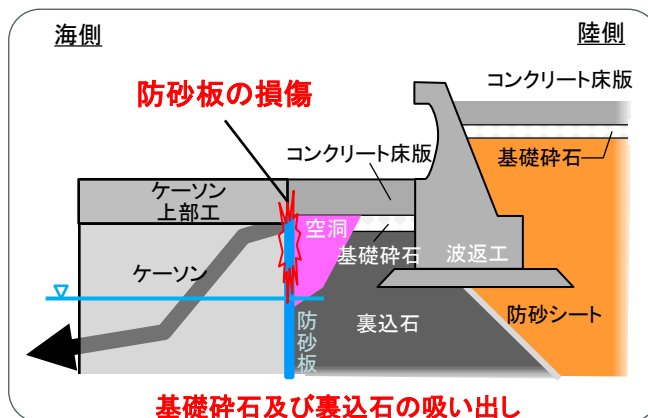


西垂水舞子海岸

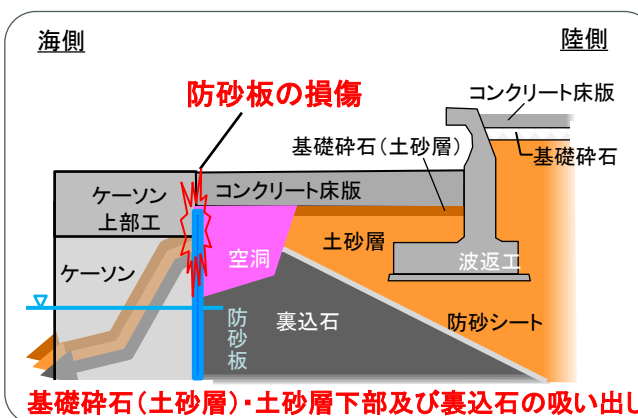


大蔵海岸

- ・ 防砂板の損傷がみられる → 基礎碎石（大蔵海岸では土砂層も含む）及び裏込石の吸い出しを推定



西垂水舞子海岸



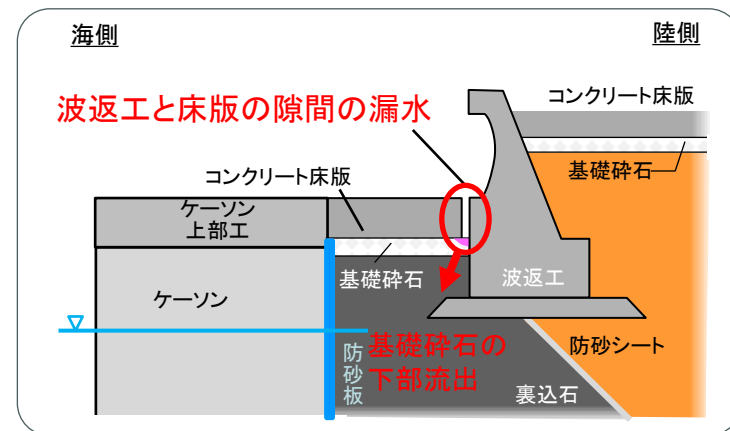
大蔵海岸

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.1 空洞の発生要因

□空洞の発生要因（波返工前面で発生した空洞）

- ・ 波返工前面に空洞がみられる
比較的浅い空洞が帯状に分布する傾向が確認された
→ 波返工と床版の隙間から漏水（越波や雨水の浸入）の可能性
→ 基礎碎石が下部の裏込石空隙部へ流出したものと推定



西垂水舞子海岸

□空洞の発生要因（その他）

- ・ 補修済箇所周辺で空洞がみられる（目地部から隔離された局所的な空洞）
→ 補修後に生じた空洞ではなく、補修範囲対象外となった部分において補修残となった部分で、進行性はないものと判断できた

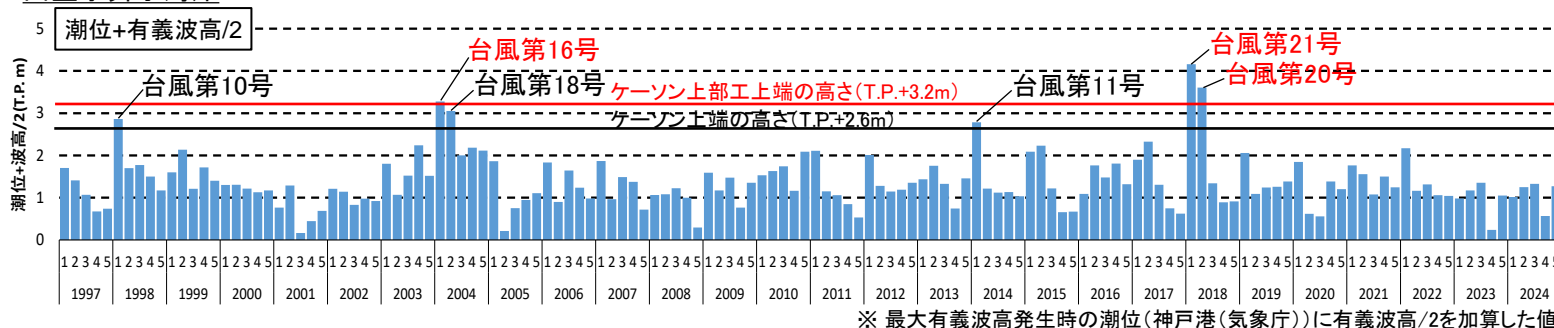
2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.1 空洞の発生要因

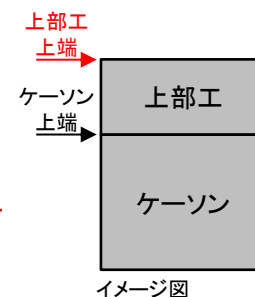
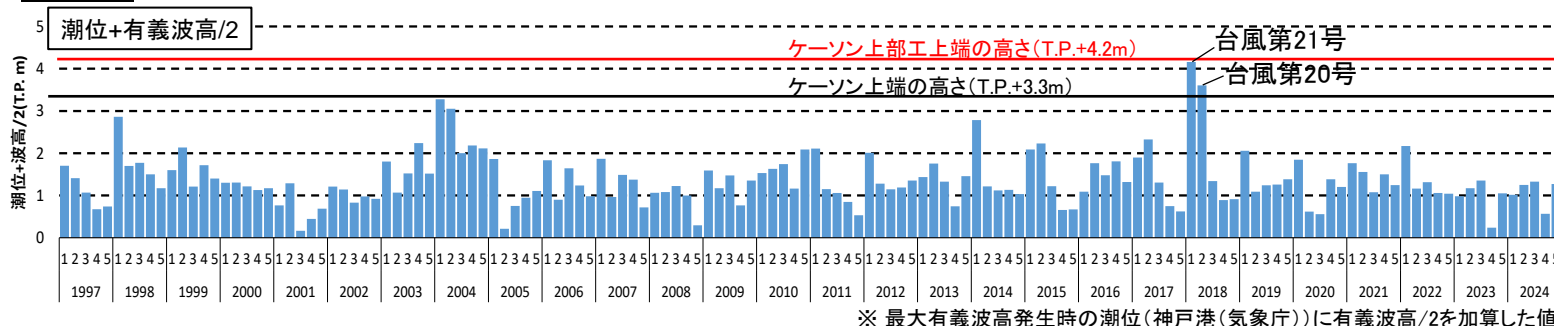
□ 空洞が発生・拡大した外力の推定

- 空洞の拡大は、高波浪や越波により顕著になると推定される。
- このため、大蔵海岸及び西垂水舞子海岸が整備された1997年以降について、高波浪となる外力を整理。
- 西垂水舞子海岸では、「潮位＋有義波高/2」がケーソン函体上端を超えるものが6回(4ヶ年)発生。
(1998年台風第10号、2004年台風第16号・第18号、2014年台風第11号、2018年台風第21号・第20号)
- 大蔵海岸では、「潮位＋有義波高/2」がケーソン函体上端を超えたものは、2回発生(2018年台風第21号・第20号)
- 上記擾乱にて、高波浪や越波により、防砂板の損傷や空洞発生・拡大が顕著になったと推定。
- 2018年台風第20号ではケーソン上部工上端を超えて打ち上がっており、経年により目地板上端隙間等から小さな空洞が発生していた箇所空洞進行が拡大した可能性。

西垂水舞子海岸



大蔵海岸



2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

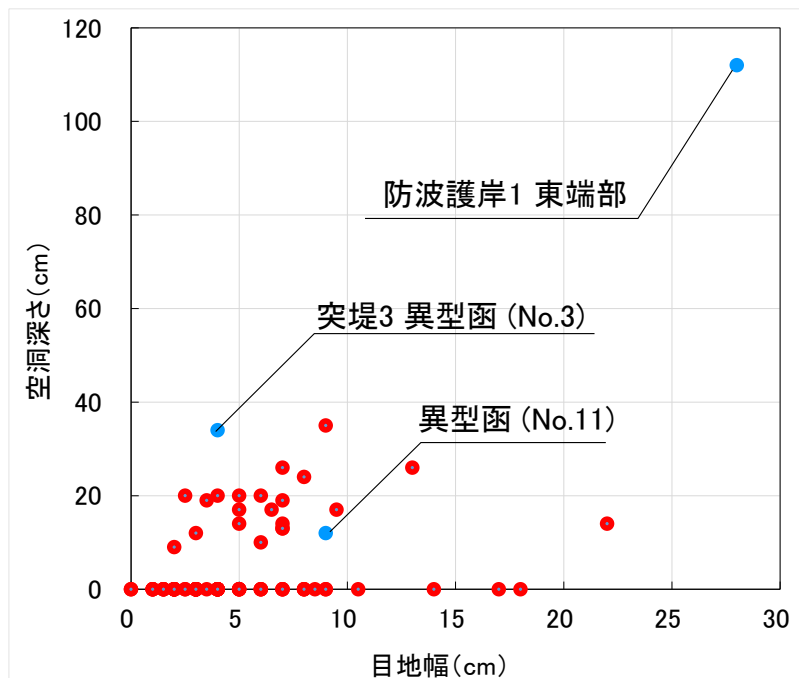
2.2 空洞深さと目地幅の関連性

2.2 空洞深さと目地幅の関連性

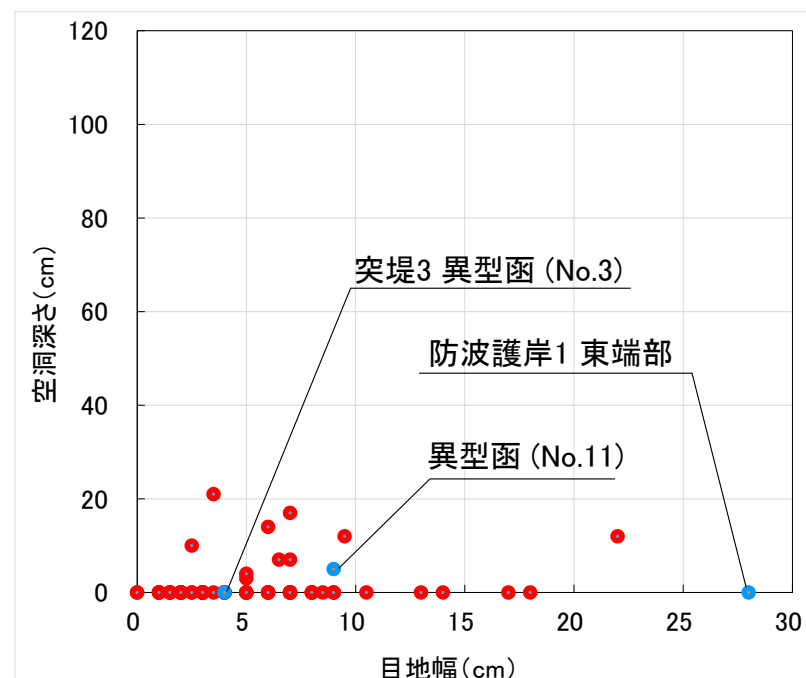
2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.2 空洞深さと目地幅の関連性

□ 空洞深さとケーソン目地幅との関連性（西垂水舞子海岸）



空洞深さと目地幅の関係（目地側）



空洞深さと目地幅の関係（波返工前面側）

		目地幅(cm)				
		0～5未満	5～10未満	10～15未満	15～20未満	20以上
空洞深さ (cm)	0～5未満	45	16	2	2	0
	5～10未満	1	0	0	0	0
	10～15未満	1	6	0	0	1
	15～20未満	1	4	0	0	0
	20以上	4	5	1	0	1

※表中の値が大きいほど濃い赤色で示す。

		目地幅(cm)				
		0～5未満	5～10未満	10～15未満	15～20未満	20以上
空洞深さ (cm)	0～5未満	36	7	3	2	0
	5～10未満	8	2	0	0	0
	10～15未満	1	1	0	0	0
	15～20未満	4	0	0	1	0
	20以上	1	5	4	0	0

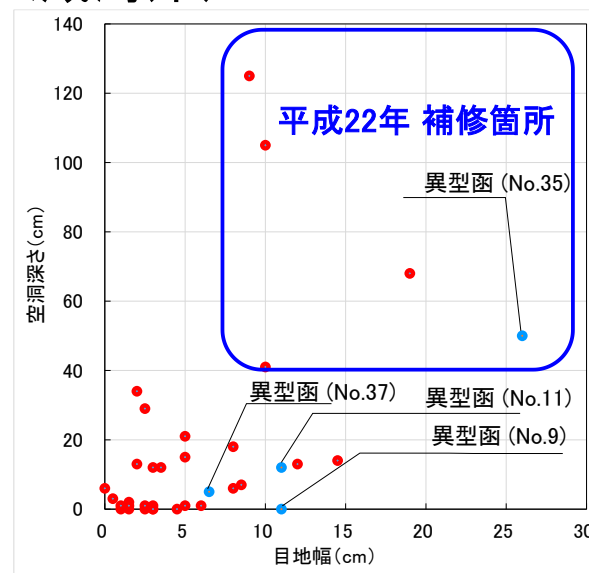
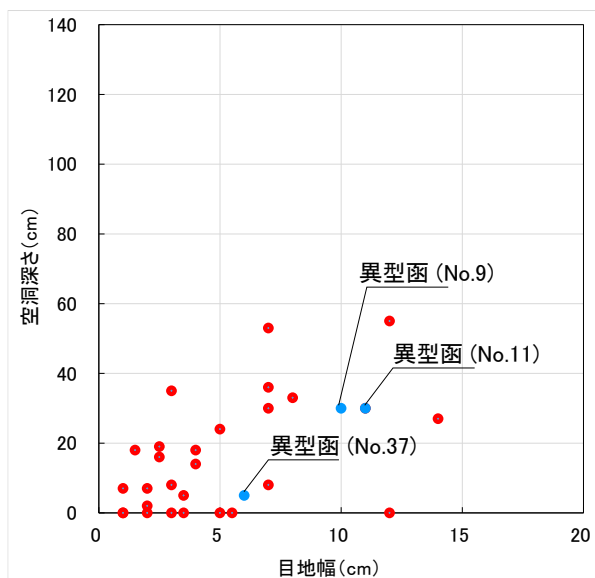
西垂水舞子海岸における空洞規模と目地幅の関係性は、「目地付近」及び「波返工前面付近」とともにほとんど見られないことが確認された。

ケーソン目地幅が広い隅角部や端部等では、設計及び施工時に背後土砂の流出対策等の配慮が特に必要であることが示唆される。

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.2 空洞深さと目地幅の関連性

□ 空洞深さとケーソン目地幅との関連性（大蔵海岸）



※No.53(平成22年補修済箇所・異型函) 目地幅9.0cm、空洞深さ230cmを除く

空洞深さと目地幅の関係（令和6年-令和7年）

空洞深さと目地幅の関係（平成22年）

令和6年-令和7年 計測結果

		目地幅(cm)				
		0~5未満	5~10未満	10~15未満	15~20未満	20以上
空洞深さ (cm)	0~5未満	50	25	3	2	1
	5~10未満	0	3	0	0	0
	10~15未満	1	2	0	0	1
	15~20未満	0	1	0	0	0
	20以上	1	0	0	0	0

※表中の値が大きいほど濃い赤色で示す。

平成22年 計測結果

		目地幅(cm)				
		0~5未満	5~10未満	10~15未満	15~20未満	20以上
空洞深さ (cm)	0~5未満	51	2	1	0	0
	5~10未満	1	3	0	0	0
	10~15未満	3	0	3	0	0
	15~20未満	0	2	0	0	0
	20以上	2	3	2	1	1

大蔵海岸における空洞規模と目地幅の関係性は、一定の相関は見られるが、目地幅が5cm程度と比較的小さい場合でも40cm程度の空洞深さが確認されており、空洞規模を拡大させる要素として目地幅以外の要素があることが示唆される。

→ 目地幅によらず空洞が発生する可能性がある。

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.3 今回調査で分かった施工及び対策工実施にあたっての留意点

2.3 今回調査で分かった施工及び対策工実施にあたっての留意点

2. これまでの調査内容等から推定される空洞要因

2.3 今回調査で分かった施工及び対策工実施にあたっての留意点

□ 現地調査で分かった施工及び対策工実施にあたっての留意点

【施工に関する情報の記録及び保管】

施工時もしくは対策工実施時のケーソン目地幅や、裏込材(裏込石・基礎碎石・土砂)粒径や鉛直分布等の材料品質や施工状況の情報について記録し保管することが重要である。

【裏込石上端の施工高】

裏込石の天端高が、ケーソン函体天端高よりも低い位置にあると、基礎碎石及び土砂層がケーソン目地から流出しやすい位置関係となるため、裏込石の天端はケーソン函体天端よりも同じ高さか、より高い位置とするべきである。裏込石施工時に位置関係を確認することが重要である。

【隅角部及び施設端部等の目地幅】

ケーソン目地が広くなりやすい隅角部及び施設端部等では、防砂板の構造及び裏込材の粒径について、吸い出しが起きにくい施工上の配慮が必要である。

【防砂板上端の施工高さ】

防砂板の施工にあたってはケーソン函体の上端部と同じ高さまで設置し、余長があればケーソン上部工下端の海側方向まで施工するとよい。

【防砂板留め具の材質】

防砂板留め具は、腐食による機能低下が起きにくいステンレス鋼材を使用することが望ましい。