

過去に発生した空洞等の原因や対策 及び令和6年度の空洞調査結果

1. 東播海岸の概要	3
2. 東播海岸の経過	4
3. 過去に発生した空洞等の原因や対策	5
(1)平成14年度 大蔵海岸陥没事故での原因と対策	6
(2)平成22年度 大蔵海岸で発生した空洞原因と対策	7
4. 令和6年度の空洞調査結果	13
(1)大蔵・舞子海岸での調査結果	13
(2)舞子海岸での調査結果【開削調査】	18
(3)大蔵海岸での調査結果【平成23年度からの変化】	25
(4)開削調査及び再空洞化箇所調査の結果のとりまとめ	32
＜参考＞	
○過年度に発生した空洞の原因及び対策	33

【用語説明】

- ・「ケーソン護岸」は、ケーソン構造※の護岸の事を言う。
- ・過去の引用資料は、引用元の用語をそのまま記載。(例えば、「ケーソン護岸とコンクリート護岸は同じ意味」、「目地部対策と目地施工、目地材の設置は同じ」意味、「薬液注入と固結工法(グラウト注入)は同じ意味」、「スパンとSPは同じ」。

●本資料の説明内容と論点について

＜説明内容＞

○これまでの調査等の経過(平成14年大蔵海岸陥没事故の原因と対策～令和6年度の大蔵・舞子海岸調査結果)

＜論 点＞

- 大蔵・舞子海岸におけるこれまでの経過の共有
- 空洞発生の原因(メカニズム)究明に向けた議論

1. 東播海岸の概要

○事業の目的・概要

- ・姫路河川国道事務所では、昭和36年から直轄事業として海岸保全を行っており、海岸利用の状況や背後の土地利用の特性を踏まえて、4工区に分け、侵食被害、浸水被害及び交通遮断被害の防止を目的として整備を行っている。(そのうち、2工区は引継ぎ済(H27年播磨工区、R1年明石西部工区))
- ・現在、大蔵海岸公園(明石東部工区)と舞子公園・アジュール舞子(垂水工区)の2工区で維持管理・整備を行っている。



2. 東播海岸の経過

平成 2 (1990)年	C.C.Z整備計画について明石市が建設大臣から認定
平成 5 (1993)年～平成 9 (1997)年	近畿地方建設局及び明石市による工事を実施
平成 6 (1994)年～平成 10 (1998) 年	近畿地方建設局及び神戸市による工事を実施
平成 9年(1997) 及び平成 10 (1998) 年	明石市及び神戸市から近畿地方建設局へ海岸保全施設を引継ぎ
<u>平成13(2001)年12月～</u>	<u>砂浜陥没事故発生、大蔵海岸公園全面閉鎖</u>
平成14(2002)年 7月～平成17年(2005) 1月	姫路河川国道事務所にて安全対策工事実施
平成22(2010)年10月	定期点検(レーダ探査)によりケーソン護岸背後のコンクリート床板下の空洞を確認(29箇所)
平成22(2010)年10月	学識者に調査結果、対策工法を相談
<u>平成22(2010)年11月～</u>	<u>「東播海岸の管理に関する検討会※」にて現地調査を行い、原因と対策について助言を得た</u> ※学識者、国、県、市で構成された検討会
平成23 (2011)年2月	「東播海岸の管理に関する検討会」で、空洞調査結果及び発生原因、空洞対策箇所と対策工法を報告。
<u>平成23 (2011)年 7月～</u>	<u>29箇所のうち、深さ40cm以上で広がりのある空洞6箇所について対策工事を実施。</u> それ以外の23箇所は空洞の大きさが小さいこともあり、巡視でコンクリート板のクラックの有無を確認するなど経過観察を行う
<u>令和元(2019)年7月～</u>	平成30年台風第21号による高潮を受けて【臨時点検】を実施 平成23年対策規模(空洞深さ0.4m、空洞規模2m3より大きいかつ目地間隔が100mm程度以上)を超える規模の空洞は確認されなかったことから、引き続き経過観察を実施
<u>令和 6(2024)年10月 9日～</u>	<u>大蔵・舞子海岸において定期点検を開始(総延長3.7km)</u>
<u>令和 6(2024)年11月 9日</u>	①【記者発表】神戸市垂水区アジュール舞子 海岸保全施設における立ち入り制限について ※深さ1.1m(実測値)、縦1.0m～2.5m(推定値)、横7.0m(推定値)の空洞を発見しました
<u>令和 6(2024)年11月13日</u>	②【記者発表】東播海岸の海岸保全施設における立ち入り制限について(第2報) ※アジュール舞子(神戸市垂水区)の一部の区域で空洞を発見し、11月9日から同区域の立ち入り制限。同区域の構造と類似する構造の区域について現在点検を行っており、その点検が完了し、利用者の安全確保が確認されるまでの間、立ち入り制限を行います。
<u>令和 6(2024)年12月27日</u>	③【記者発表】年末年始を踏まえたお願い ～東播海岸の海岸保全施設における立ち入り制限について(第3報)～
<u>令和 7(2025)年 1月27日～</u>	<u>舞子海岸(東端部)を開削調査開始</u>

3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

- ・東播海岸では、海岸保全施設維持管理マニュアルに準じて、工区毎に概ね5年毎に施設点検を実施。
- ・大蔵海岸では、平成9(1997)年にCCZ事業完了後、平成22年に定期点検を実施。概ね5年後の平成28年に定期点検、平成30年の台風の高潮の影響により、令和元年に臨時点検を実施。
- ・舞子公園及びアジュール舞子では、平成10(1998)年にCCZ事業完了後、平成23年に定期点検を実施し、H29年に定期点検し、H30年の台風の高潮の影響により、令和元年に臨時点検を実施。
- ・今回(令和6年)定期点検を実施。アジュール舞子東側で規模の大きな空洞を発見し、令和7年1月末～開削調査を実施。

番号	年月	大蔵海岸公園（明石東部工区）	アジュール舞子（垂水工区）	舞子公園（垂水工区）
1	平成5年、平成6年	大蔵海岸C.C.Z整備事業 着手(平成9年竣工) ※明石市よりケーソン等施設を引き継ぐ	舞子海岸C.C.Z整備事業 着手(平成10年竣工) ※神戸市よりケーソン等施設を引き継ぐ	
2	平成12年			H12.1完成検査合格、引継ぎ受領H12.6.16 ※本州四国公園よりケーソン等施設を引き継ぐ
3	平成13年	大蔵海岸陥没事故（平成14年工事着手）		
4	平成19年	ケーソン背後のコンクリート床板表面クラックを確認		
5	平成20年	「ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル」 農林水産省農村振興局防災課 農林水産省水産庁防災漁村課 国土交通省河川局海岸室 国土交通省港湾局海岸・防災課 策定		
6	平成22年	ケーソン背後のコンクリート床板表面クラックが拡大し、段差が生じたため調査を実施		
7	平成22年 H.22.3.31～H23.3.20	●定期点検 1次点検（目視） 2次点検（レーダー探査、削孔調査、潜水調査） 防護護岸1 527m 防護護岸2 125m 取付護岸1 183m	●定期点検 1次点検（目視） 防護護岸1 45m 防護護岸2 251m（全体1,097m） 取付護岸 15m 2次調査（レーダー探査、削孔調査） （階段下端部）200m	●定期点検 1次点検（目視） 防護護岸2 846m（全体1,097m） 2次調査（レーダー探査、削孔調査） （西端部）93m、（東端部）182m
8	平成22年	緊急点検調査		
9	平成23年	空洞対策工事(6箇所)		
10	平成28年 H28.9.16～H29.8.31	●定期点検 1次点検（目視） 防護護岸1 527m 防護護岸2 125m 取付護岸1 183m		
11	平成29年 H29.10.13～H30.3.31		●定期点検 1次点検（目視） 防護護岸1 45m 防護護岸2 251m（全体1,097m） 取付護岸 15m	●定期点検 1次点検（目視） 防護護岸2 846m（全体1,097m）
12	令和元年 H31.1.30～R元.12.27	●臨時点検（H30.9台風21号高潮） 2次点検（簡易）（目視） 2次点検（レーダー探査、削孔調査、潜水調査） 防護護岸1 527m 取付護岸1 183m	●臨時点検（H30.9台風21号高潮） 2次点検（簡易）（目視） 2次点検 潜水目視L=21.1m、削孔調査6箇所 ※防波護岸2の一部（被災箇所L=21.1m）の範囲のみ 防護護岸1 45m 防護護岸2 251m（全体1,097m） 取付護岸 15m	●臨時点検（H30.9台風21号高潮） 2次点検（簡易）（目視） 防護護岸2 846m（全体1,097m）
13	令和6年 R6.4.1～R7.3.31	●定期点検 2次点検（レーダー探査、削孔調査、潜水調査）	●定期点検 2次点検（レーダー探査、削孔調査、潜水調査） ●開削調査 防護護岸1 45m	●定期点検 2次点検（レーダー探査、削孔調査、潜水調査）

3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

3.(1)平成14年度 大蔵海岸陥没事故での原因と対策

<事故の原因分析>

先に示した対象地点の自然条件の解析、各種現地観測成果、さらには水理模型実験から、工学的知見に基づき、事故原因を以下のように推定した。

事故は、砂浜下に発生していた深さ約2mの縦長の空洞が、その上に載った子供(4歳の少女)1名の重みにより、陥没したことにより発生した。縦長の空洞は、東側突堤として並べられ設置されたケーソンの目地部に砂止め用に設置された防砂板が破損したため、目地部に進入した波が押し寄せるときに海水が破損部から侵入し、波が引くときに海水とともに防砂板背後の砂が破損部を通じて海側に徐々に流出して生じたものと推定された。

防砂板の破損原因は、来襲する波浪がケーソン目地部に進入し、目地部に挿入された防砂板のU字突起部が繰り返し波の力を受け、そのためにその部分が動かされ、その背後の砂および雑石と摩擦を続けたため、摩耗損傷したものと推定される。

以下に事故に係わる原因を時系列的に示す。

引用元:大蔵海岸 陥没事故調査報告書(平成14年6月)土木学会海岸工学委員会

<事故概要>

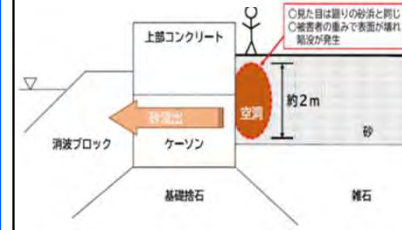


写真 事故の発生箇所

<参考>



写真 防砂板の形状

図 防砂板の取り付け状況

写真 事故箇所の防砂板

<今後の復旧に向けての提言>

① 防砂板の選定

現地状況を考慮して、適切な防砂板を選定する必要がある。摩耗を起こしやすい環境においては、波浪により変位しやすいU字型の断面形状をもつ防砂板は避けるべきである。

② 裏込材の配置と防砂シートの敷設

マウンドからの浸透波圧等による埋立土の変形や砂の吸い出しを抑えるために、大粒径の石材を使った裏込材をケーソン背面部分に砂浜表面の高さ以上に積み上げ、その背後に防砂シートを敷設することが有効である。

③ フィルター材の敷設

万一、防砂シートに亀裂等が発生しても、砂の吸い出しを抑えられるように、裏込材と防砂シートとの間に数mm～数cm程度の中間粒径の石材を敷設することが有効である。

④ 砂層を薄くする

現地のケーソン周辺の砂層厚は約2.5mであるが、砂層下部を雑石もしくはフィルター材に置き替え、砂層を浅く抑えておけば、万一陥没が生じた際にも深刻な人身事故を回避できると考えられる。

⑤ ケーソン間に目地材を充填

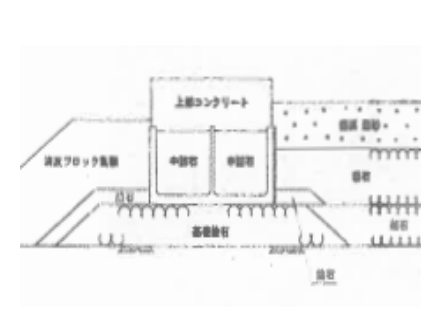
突堤の上面から削孔し、樹脂等の目地材をケーソン間に充填し、複合的に機能を向上させることも有効である。

引用元:大蔵海岸 陥没事故調査報告書(平成14年6月)土木学会海岸工学委員会

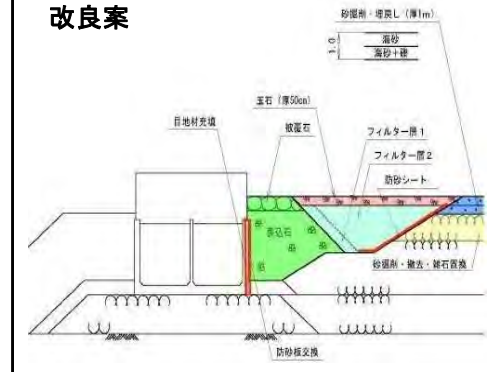
<施設改良工事(大蔵海岸陥没事故を受けての対応)>

東播海岸では、提言を受けて、大蔵海岸に限らず対策の必要な場所において、陥没対策のための施設改良工事推進。

現状



改良案



- ① 防砂板をフラットなものを選定
- ② ケーソン突堤の背後に裏込材と防砂シートを設置
- ③ 裏込材付近についてはフィルター材を敷設するとともに砂を雑石に置き換え
- ④ 砂層については、表層50cmを砂層、下層50cmを礫と砂との混合層に改良
- ⑤ ケーソン間に目地材を充填

引用元:一部加工

・大蔵海岸砂浜陥没事故報告書 一 再発防止に向けて(平成16年3月明石市)

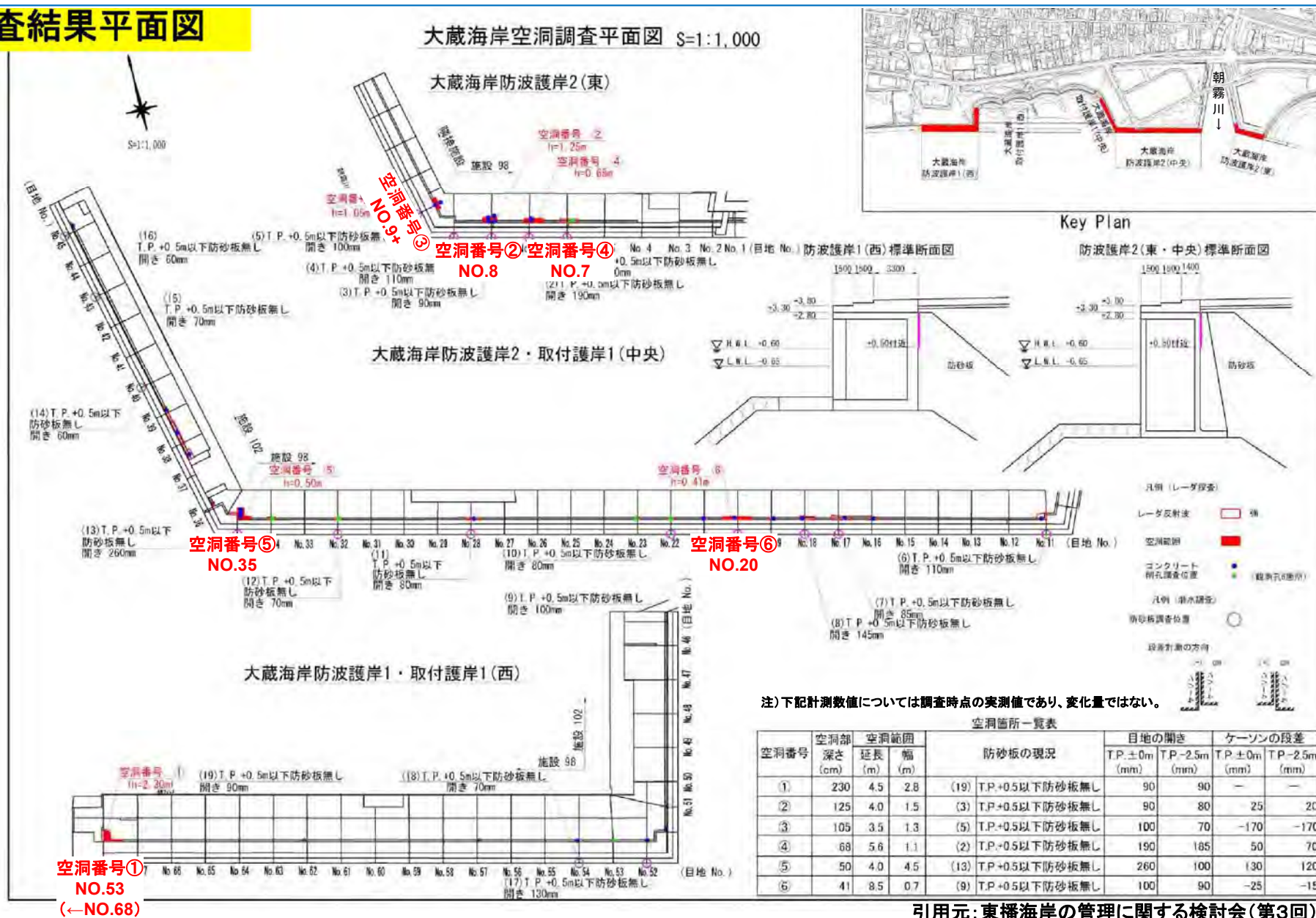
・大蔵海岸陥没事故調査委員会(平成14年6月土木学会海岸工学委員会)

3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

3.(2)平成22年度 大蔵海岸で発生した空洞原因と対策

- 調査の結果、29箇所で空洞を確認し、そのうち深さ約40cm以上の規模の大きな空洞6箇所について、H23年7月～対策工事を実施。
○対策工事は、空洞発生の原因が異なる2ケースに分けて、空洞対策(空洞番号①(西側端部))と目地対策(空洞番号②～⑥)を実施。
○それ以外の23箇所は空洞の規模が小さいこともあり、重視でコンクリート板のクラックの有無を確認するなど経過観察を行うこととした。

調査結果平面図

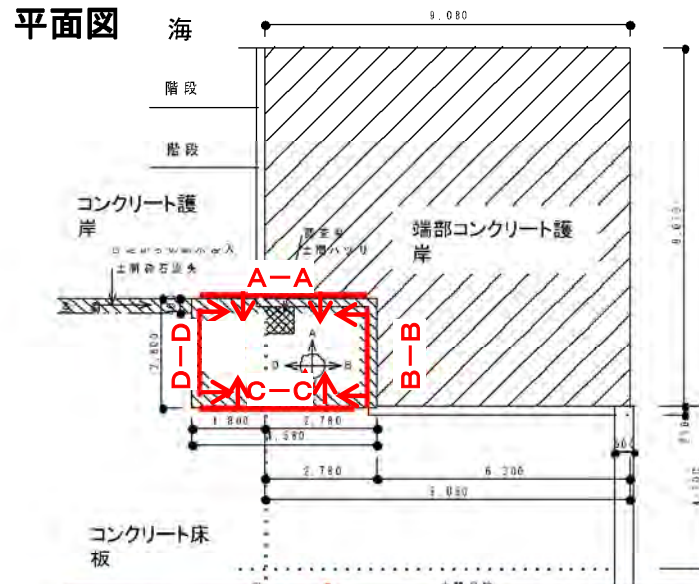


3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

3.(2)平成22年度 大蔵海岸で発生した空洞原因と対策

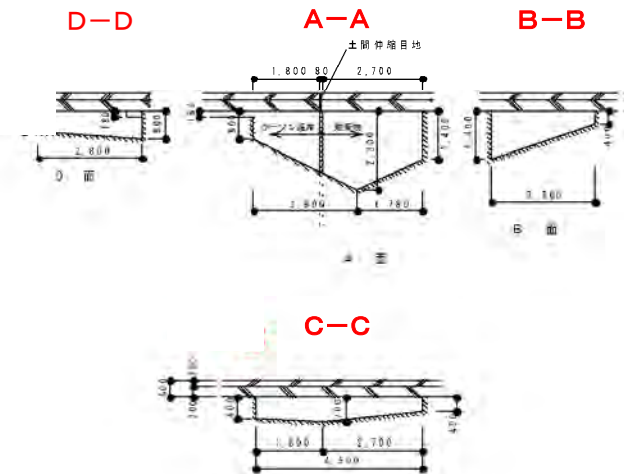
○原因1: **空洞番号①NO.53の発生原因の分析**は、**空洞調査の結果、空洞内部最深部が目地から端部コンクリート護岸側にずれており、**また潜水調査の結果、端部コンクリート護岸に空洞等を確認したことから、「**①波浪等の影響により基礎砕石が流出し、②ケーソン下空洞が発生したため、③背後の裏込材が沈下し、④コンクリート床板下に空洞が発生**」したものと推定。

端部空洞調査結果(内部調査)

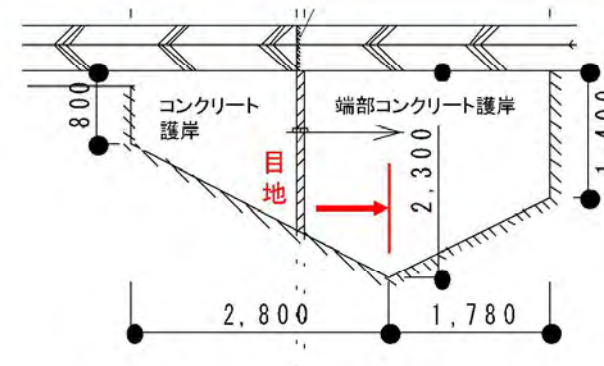


目地

空洞内部断面図 (Cross-section of the cavity)



空洞内最深部が目地から端部コンクリート護岸側にずれている。

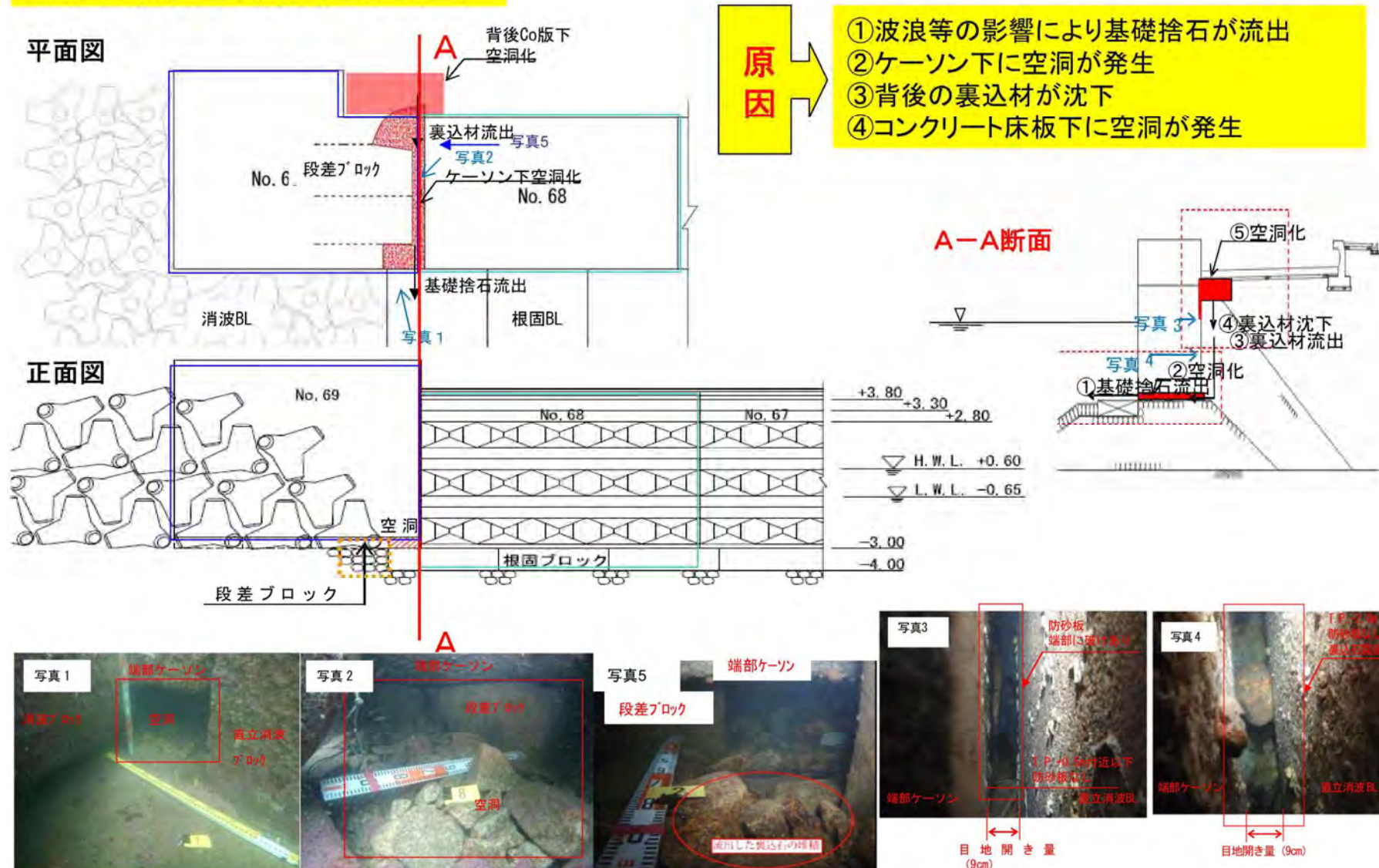


3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

3.(2)平成22年度 大蔵海岸で発生した空洞原因と対策

○原因1: **空洞番号①NO.53の発生原因の分析**は、空洞調査の結果、空洞内部最深部が目地から端部コンクリート護岸側にずれており、また潜水調査の結果、端部コンクリート護岸に空洞等を確認したことから、「**①波浪等の影響により基礎砕石が流出し、②ケーソン下空洞が発生したため、③背後の裏込材が沈下し、④コンクリート床板下に空洞が発生**」したものと推定。

端部空洞調査結果(潜水調査)



3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

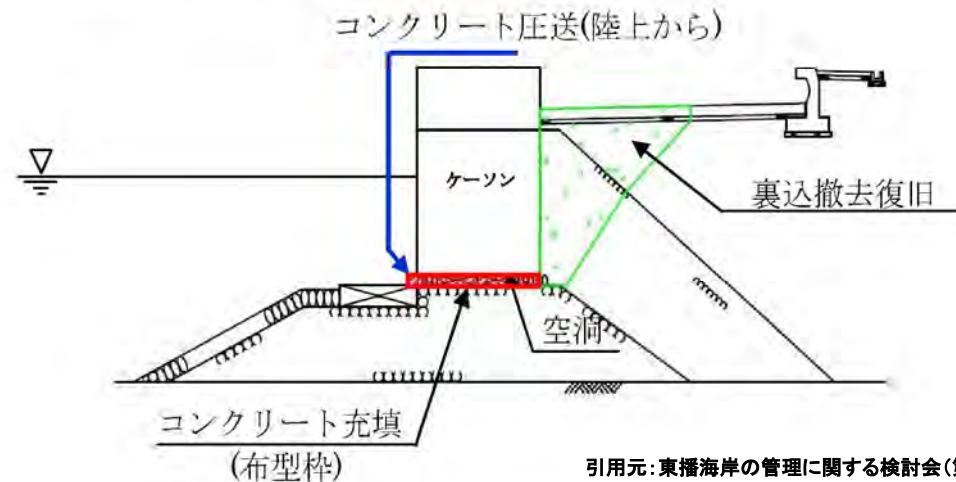
3.(2)平成22年度 大蔵海岸で発生した空洞原因と対策

○対策工事1: **空洞番号①NO.53**の端部ケーソン部については、**布型枠による下部空洞へのコンクリート充填**と**目地部防砂板復旧工法**の併用工法を実施。

西側端部底部の空洞対策及びコンクリート護岸間目地部の防砂板の消失による吸出防止についてこのまま放置すれば空洞が拡大する恐れがあるため早急に対策を行う必要がある。

●西側端部空洞対策

端部ケーソンについては、**布型枠による下部空洞へのコンクリート充填**と**目地部防砂板復旧工法**の併用工法を実施する。



引用元: 東播海岸の管理に関する検討会(第3回)

《施工の流れ》

(H23年度 大蔵海岸西地区等護岸補修工事 資料より引用)



3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

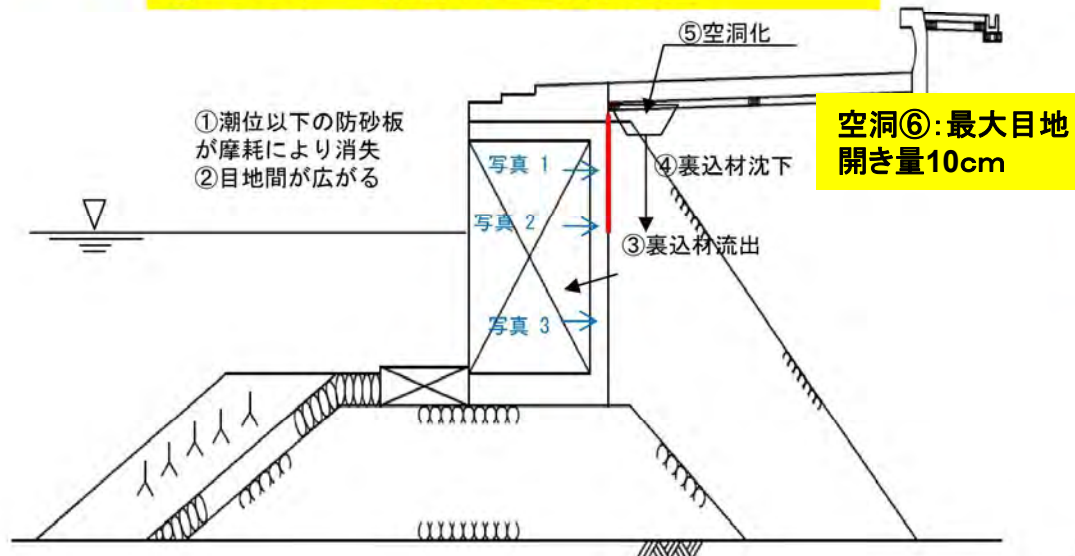
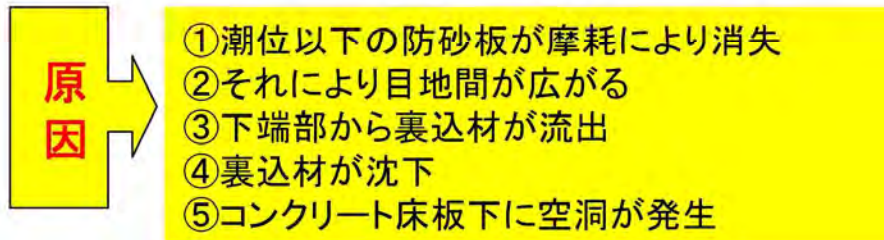
3.(2)平成22年度 大蔵海岸で発生した空洞原因と対策

○原因2:その他の空洞番号(5箇所)②～⑥は、潜水調査の結果、防砂板が確認出来なかったことから、空洞発生の原因は、「防砂板が摩耗により消失し、目地間が広がり、裏込材が流出し、裏込材が沈下、コンクリート床板下に空洞が発生」したものと推定。
(以下、空洞番号⑥を事例として説明)。

目地部空洞調査結果(潜水調査)

68箇所の目地のうち、目地内部まで確認出来たのは19箇所。
その全てで満潮位以下の防砂板を確認できなかった。

海面下の防砂板については、H13年大蔵海岸事故調査時に、波浪による防砂板の振幅により摩耗が確認されている事から、その後台風等の波浪の影響を10年以上受けたことにより消失したと考えられる。



引用元:東播海岸の管理に関する検討会(第3回)



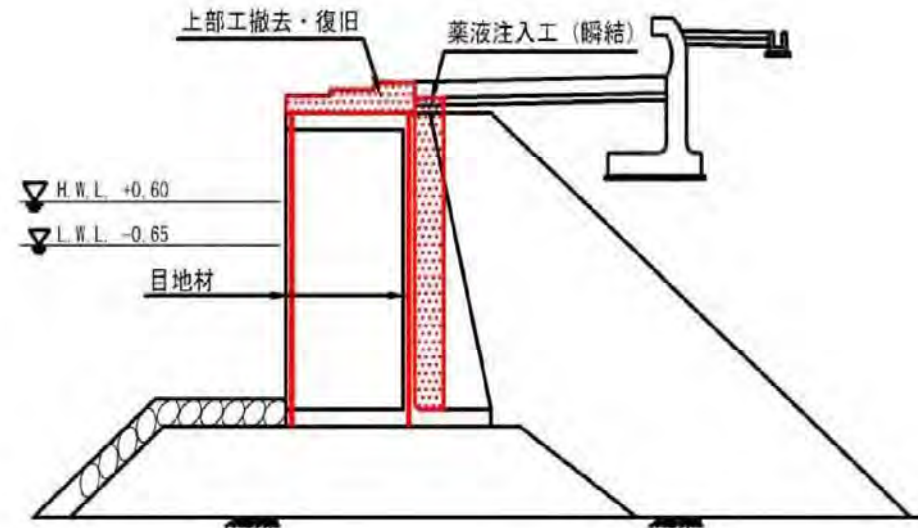
3. 過去に発生した空洞等の原因や対策

3.(2)平成22年度 大蔵海岸で発生した空洞原因と対策

○対策工事2:その他の空洞番号(5箇所)②～⑥の目地部については、目地材の設置と目地部背後部の固結工法(グラウト注入)の併用工法を実施。

●コンクリート護岸目地部対策

目地部については、
目地材の設置と目地部背後部の固結工法(グラウト注入)の併用工法を実施する。



引用元:東播海岸の管理に関する検討会(第3回)

《目地部対策》



(目地開き状況)



(目地材料)



(防砂板設置状況)



(目地開き状況)



(目地施工状況)



(目地設置状況)

《薬液注入》

(H23年度 大蔵海岸西地区等護岸補修工事 資料より引用)



(薬液注入状況)



(薬液注入完了)



(補修完了)

4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(1)大蔵・舞子海岸での調査結果

○舞子海岸(アジュール舞子・舞子公園)においては、ケーソン護岸構造及び類似する構造の施設を対象に、西側から⑨防波護岸2、⑧取付護岸、③突堤3、⑩突堤2、①防波護岸1の5箇所で、**空洞調査及び削孔調査、潜水調査**を実施。

○アジュール舞子、舞子公園(4.4k付近～5.8k付近)



<凡例>

【二二】空洞調査対象施設(ケーソン護岸構造及び類似する構造)

〔二二〕空洞調査対象外施設(ケーソン護岸構造及び類似する構造)

※⑩突堤2については、ケーソン護岸構造ではないが、背後のコンクリート部に変状が確認されていることから、空洞調査の対象施設とする

4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(1)大蔵・舞子海岸での調査結果

○大蔵海岸(大蔵海岸公園)においては、ケーソン護岸構造及び類似する構造の施設を対象に、西側から③防波護岸1、④取付護岸1、⑥防波護岸2の3箇所で、空洞調査及び削孔調査、潜水調査を実施。

○大蔵海岸公園(7.5k付近～9.1k付近)



※⑥防波護岸2については、ケーソン護岸構造ではないが、直立消波ブロック構造であることから、空洞調査対象の施設とする

4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(1)大蔵・舞子海岸での調査結果

＜アジュール舞子・【調査結果一覧(スパン(SP)1-25)】＞

		防波護岸2											取付護岸 突堤3											突堤2										防波護岸1																
スパンNo.		25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11+	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	1	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6	5	4	3	2	1		
床版部 (ケーソンの背後)	空洞有無	有	有	無	無	無	無	無	無	有	有	有	有	有	無	-	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	有	有	無	無	有			
	ひび割れ	-	-	-	-	-	-	-	-	有	有	有	有	有	-	-	-	有	有	有	有	有	有	有	有	-	-	-	-	有	有	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有	-	-	有	-	-	-		
	段差（起点側）	35	30	25	15	20	25	30	25	30	30	25	40	55	45	-	75	80	50	50	45	50	50	70	65	105	70	80	100	600	560	750	0	0	0	0	0	0	10	20	60	0	0	25	30	50	30	30		
	段差（終点側）	35	35	30	10	15	20	30	40	45	40	35	40	45	45	-	50	80	50	45	30	50	45	60	70	95	70	80	80	-	560	560	0	0	0	0	0	0	20	30	0	0	0	25	25	55	40	20		
	段差（隣接sp）	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	20	15	0	0	0	0	0	0	0	-30	20	0	0	-	20	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45			
目地部 (海側正面)	目地開き（上部）	40	50	30	0	0	30	25	60	70	20	80	130	90	-	220	90	50	70	95	60	50	35	70	25	65	-	50	70	40	60	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	70	105	85	280		
	目地開き（下部）	20	60	50	10	10	50	70	60	70	30	60	135	100	-	200	95	30	85	90	65	45	55	70	25	60	-	70	70	40	70	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30	120	70	340			
	目地前後ズレ（上部）	70	30	20	20	-	85	25	0	0	20	0	80	50	-	-90	140	0	30	-65	-30	0	100	65	10	-80	-	-15	65	50	0	-340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	55	0	0	-			
	目地前後ズレ（下部）	50	35	25	50	-	60	0	-20	-10	20	15	70	30	-	-100	75	25	20	-70	-45	0	90	75	0	-70	-	-25	65	90	0	-330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	60	0	-35	-			
海底地盤変状（土砂堆積等）		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	有	有	無	無	中込確認	無	無	無	無	無	無	無	無	無	-	無	無	有	無	有			
防砂板（防水カメラによる変状確認）		確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	上無し 下無し	確認不可	確認不可	上無 下あり	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	無	有	損傷

注) 上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

※空洞有無とは、空洞調査の結果、レーダ探査で反応があった箇所、削孔調査の結果、空洞が確認された箇所を「有」と表記

※ひび割れとは、ケーソン護岸背後のコンクリート床板を対象に、目視調査で上面部のひび割れを確認した結果、ひび割れが確認された箇所を「有」と表記

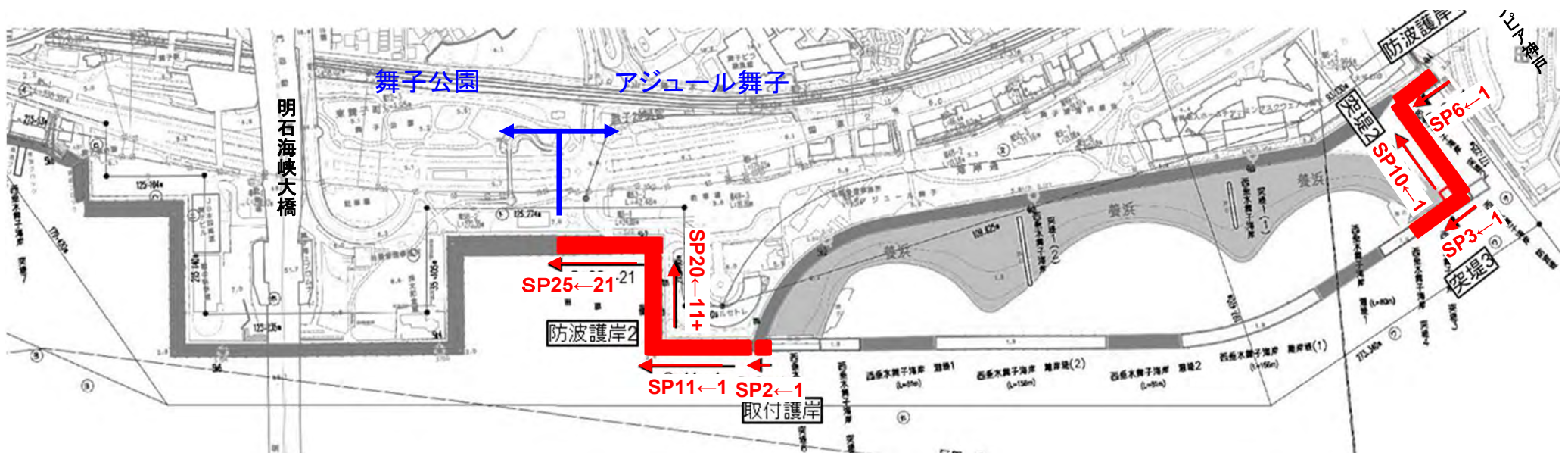
※段差とは、ケーソン護岸とコンクリート床板との段差で、ケーソン護岸上面に対してコンクリート床板上面の差を計測した結果を表記(起点(東)、終点(西)、隣接SP(スパン)との段差)

※目地開きとは、ケーソン護岸とケーソン護岸の間の距離(上部が水面付近、下部が海底地盤付近)。目地開き>50mmを赤字で表記

※目地前後ズレとは、ケーソン護岸の海岸直交方向の移動を確認するため、ケーソン護岸前面で、隣接するケーソン護岸との差を表記。西側が海側へ出ている場合をプラス(+)、陸側はマイナス(-)で表記

※海底地盤の変状とは、潜水調査でケーソン護岸前面に裏込材が流出した痕跡を確認した結果、流出の痕跡があれば「有」と表記

※防砂板は、目地開きが100mm以上開いている箇所、カメラを目地奥部まで挿入出来る箇所調査した結果を表記。カメラが入らなかった箇所は「確認不可」



4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(1)大蔵・舞子海岸での調査結果

<舞子公園・【調査結果一覧(スパン(SP)26-78+)】>

スパンNo.		78+	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	-	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
	ひび割れ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有	-	有	有	-	-	-	-	-	-	有	-	-
目地部 (海側正面)	目地開き (上部)	90	50	60	40	30	40	-	90	60	15	20	10	10	40	40	80	80	20	30	30	10	10	15	25	15	20	20
	目地開き (下部)	90	35	50	55	30	50	0	70	60	40	25	10	10	50	50	90	90	20	20	45	10	10	10	20	20	20	10
	目地前後ズレ (上部)	-	85	10	0	0	0	-	60	20	-10	20	0	0	20	20	-80	35	55	0	-15	35	-10	30	-15	10	40	40
	目地前後ズレ (下部)	-	90	30	0	0	0	-	30	10	0	20	20	-10	60	20	-35	30	40	0	-40	40	-20	30	-20	30	80	20
海底地盤変状 (土砂堆積等)		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
防砂板 (防水カメラによる変状確認)		上あり 下不明	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可
スパンNo.		52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
	ひび割れ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有	有	-	有	有	有	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有
目地部 (海側正面)	目地開き (上部)	30	70	30	70	50	40	80	180	-	170	70	20	30	40	30	40	30	20	15	30	30	20	35	20	40	50	-
	目地開き (下部)	40	80	25	70	60	50	95	150	-	190	80	40	30	50	15	50	15	30	40	15	20	20	20	45	15	80	-
	目地前後ズレ (上部)	45	10	0	40	30	40	10	50	-	-130	-15	0	20	-20	-20	-40	-	-10	0	65	20	15	-40	10	20	-25	-
	目地前後ズレ (下部)	30	30	0	45	15	50	10	35	-	-120	10	-20	20	-60	-25	0	-	0	20	50	30	45	-25	25	0	0	-
海底地盤変状 (土砂堆積等)		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
防砂板 (防水カメラによる変状確認)		確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	上不明 下あり	上不明 下不明	確認不可	上あり 下あり	確認したが不明	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可

※空洞有無とは、空洞調査の結果、レーダ探査で反応があった箇所、削孔調査の結果、空洞が確認された箇所を「有」と表記

注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

※ひび割れとは、ケーソン護岸背後のコンクリート床版を対象に、目視調査で上面部のひび割れを確認した結果、ひび割れが確認された箇所を「有」と表記

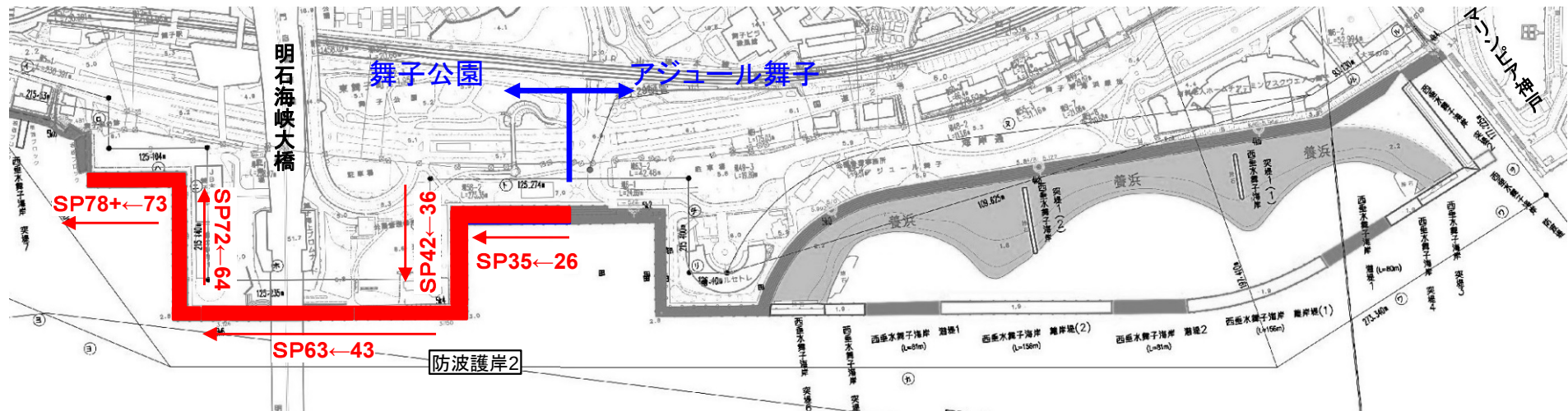
※段差とは、ケーソン護岸とコンクリート床版との段差で、ケーソン護岸上面に対してコンクリート床版上面の差を計測した結果を表記(起点(東)、終点(西)、隣接SP(スパン)との段差)

※目地開きとは、ケーソン護岸とケーソン護岸の間の距離(上部が水面付近、下部が海底地盤付近)。目地開き>50mmを赤字で表記

※目地前後ズレとは、ケーソン護岸の海岸直交方向の移動を確認するため、ケーソン護岸前面で、隣接するケーソン護岸との差を表記。西側が海側へ出ている場合をプラス(+)、陸側はマイナス(-)で表記

※海底地盤の変状とは、潜水調査でケーソン護岸前面に裏込材が流出した痕跡を確認した結果、流出の痕跡があれば「有」と表記

※防砂板は、目地開きが100mm以上開いている箇所、カメラを目地奥部まで挿入出来る箇所を調査した結果を表記。カメラが入らなかった箇所は「確認不可」



施設名		【防波護岸1(西)】																【取付護岸1(西)】								【取付護岸1(中央)】											
スパンNo.		53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	20	19	18	17	16	15	14	13	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
床版部 (ケソソ背後)	空洞有無	有	無	無	無	有	無	有	有	無	無	無	無	無	無	有	有	有	無	無	有	無	無	無	無	無	有	無	無	無	無	無	無	無	無	無	
	ひび割れ	-	有	有	有	-	-	有	-	-	-	有	有	有	有	有	有	有	-	-	有	-	有	-	-	有	有	-	有	有	有	有	有	有	-		
	段差（起点側）	-	20	40	20	35	20	40	50	30	35	25	40	50	40	40	45	40	-	-	50	30	30	25	20	10	0	10	0	15	0	0	0	20	20	4	
	段差（終点側）	-	30	15	40	30	20	30	35	35	40	25	40	65	50	40	50	60	-	-	40	30	20	30	20	20	0	10	10	15	20	0	0	15	0	20	3
	段差（隣接sp）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
目地部 (海側正面)	目地開き（上部）	80	10	25	20	70	15	70	10	15	20	30	30	45	10	40	25	60	60	25	40	60	10	60	10	20	-	55	-	75	30	25	60	10	50	35	12
	目地開き（下部）	80	10	25	10	60	25	60	0	0	25	20	30	30	35	50	20	130	20	25	45	60	10	70	10	20	-	60	40	80	35	25	60	10	50	40	11
	目地前後ズレ（上部）	65	0	20	20	-50	-10	60	45	15	20	25	25	50	0	35	-30	35	100	90	0	0	10	10	-20	0	-	65	-	35	0	0	0	-30	20	50	
	目地前後ズレ（下部）	55	15	35	30	-65	10	55	80	20	30	20	30	60	10	50	-25	30	100	50	0	0	10	10	-20	0	-	60	-20	40	10	0	0	-30	30	40	-2
海底地盤変状（土砂堆積等）		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	
防砂板（防水カメラによる変状確認）		2.0.1.7.1	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	2.0.1.7.1	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	確認不可	2.0.1.7.1	確認不可	2.0.1.7.1	確認不可	2.0.1.7.1	確認不可	2.0.1.7.1	確認不可	確認不可	確認不可

[illegible]

注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。



4. 令和6年度の空洞調査結果

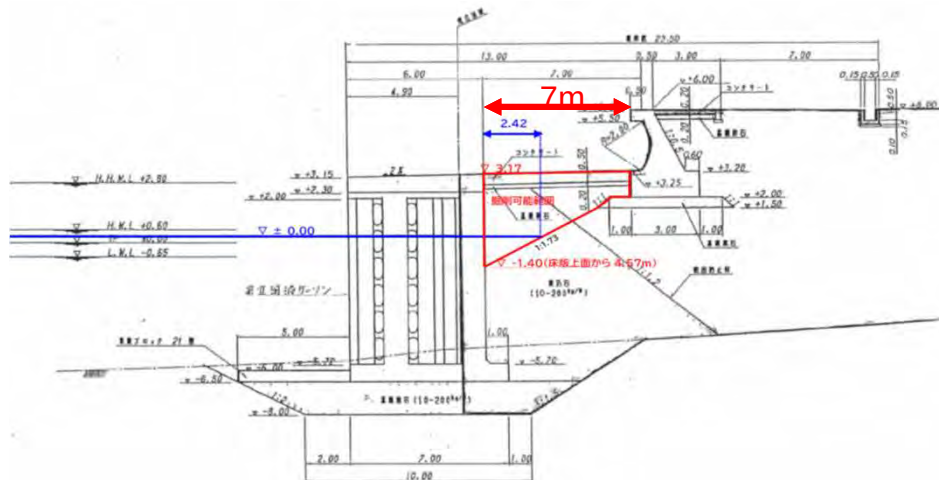
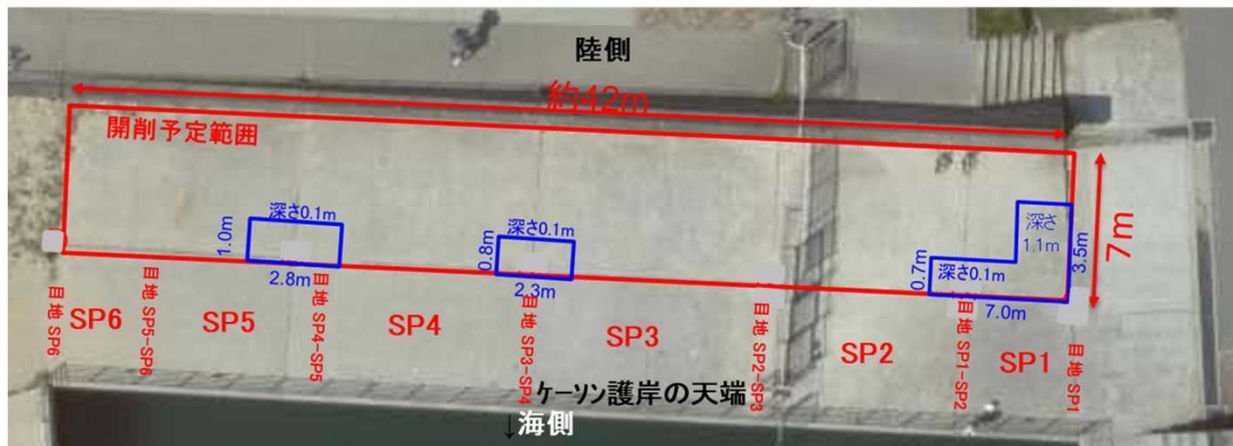
4.(2)舞子海岸での調査結果【開削調査】

【開削調査の目的等】

○大蔵・舞子海岸におけるケーソン護岸の空洞発生の原因(メカニズム)を究明するため、ケーソン護岸背後の「土砂流出状況(陸側、海側)、防砂板及び吸出防止材の損傷等」を把握すること。

○以下の観点から「①防波護岸1」を開削場所として選定した。

- ・当該箇所のケーソン護岸は、基礎となる捨石の上に直立壁を設けた構造で、一般的なケーソン護岸構造の場所
- ・2箇所は目地部から土砂の流出により空洞の有無を確認できる場所、また東端部は規模の大きな空洞を確認できる場所
- ・目地材が確認出来ず、海側から裏込石が見えており、大蔵・舞子海岸でよくある変状を確認できる場所
- ・開削調査にあたり、新たな進入路の設置やコンクリート床板を横断する必要がなく、ケーソン護岸の上から作業ができる場所



単位: mm

スパンNo.		6	5	4	3	2	1
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	無	有	有	無	無	有
	ひび割れ	-	-	有	-	-	-
	段差(起点側)	0	25	30	50	30	30
	段差(終点側)	0	25	25	55	40	20
	段差(隣接sp)	0	0	0	0	0	45
目地部 (海側正面)	目地開き(上部)	-	30	70	105	85	280
	目地開き(下部)	-	30	30	120	70	340
	目地前後ズレ(上部)	-	15	55	0	0	-
	目地前後ズレ(下部)	-	20	60	0	-35	-
海底地盤変状(土砂堆積等)		-	無	無	有	無	有
防砂板(防水カメラによる変状確認)		-	確認不可	確認不可	無	有	損傷

※赤字表記: 目地開きについては50mm以上

※防砂板は、目地開きが80-100mm以上開いている箇所、カメラを目地奥部まで挿入出来る箇所のみ調査実施

注) 上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

○3箇所で空洞が確認され、隣接する施設との境界部では深度が1mを超える規模

が1箇所、そ以外に2箇所で空洞が確認された。

○海底地盤調査の結果、SP1(①)で上部で防砂板が脱落及び裏埋材が流出し、

施設前面に堆積が確認された。SP(③)で裏埋材が確認され防砂板が無かった。

4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(2)舞子海岸での調査結果【開削調査】

＜東側端部 開削調査結果(アジュール舞子 防波護岸1)＞

○開削調査の結果、隣接施設とケーソン護岸の間に25cm開きがあり、最大空洞深さ1.27m(※)があった。(※削孔調査結果では1.1m)

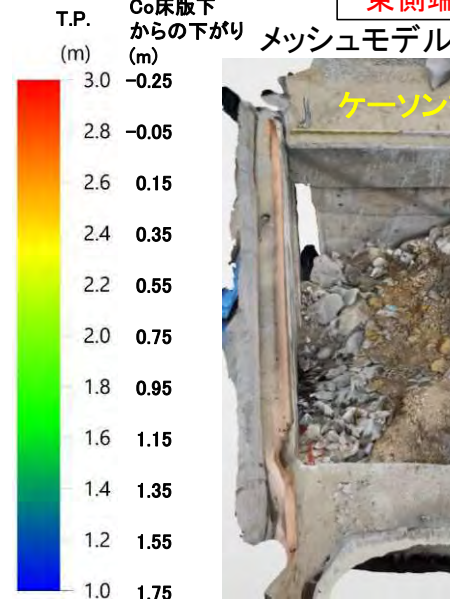
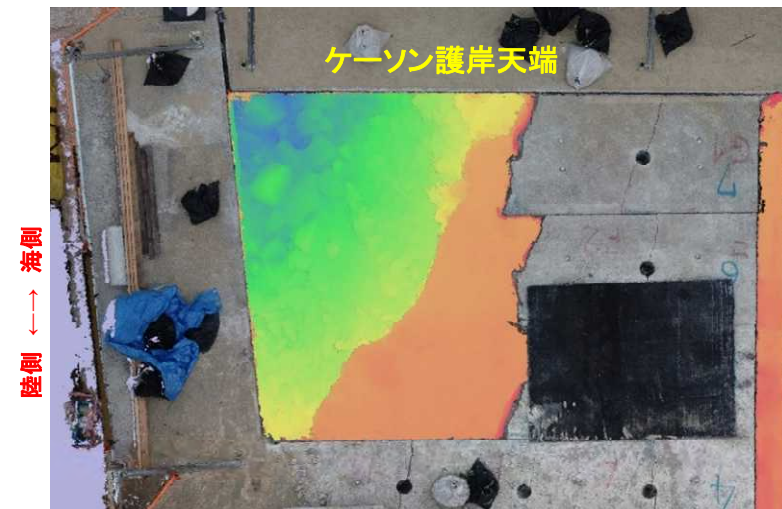
○東端部に防砂板(1.4m×1.8m)が確認された。

【位置図】

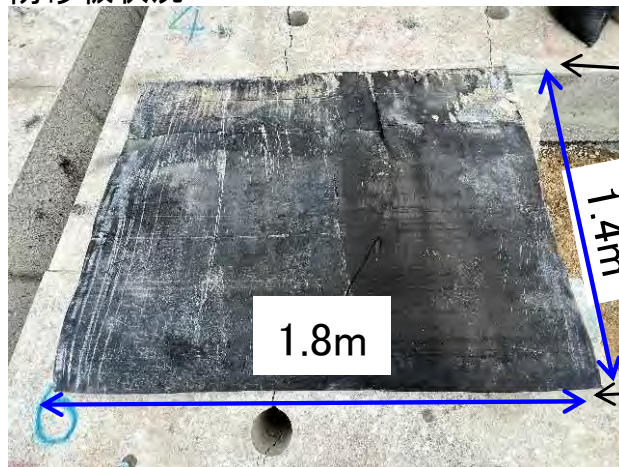


東側端部

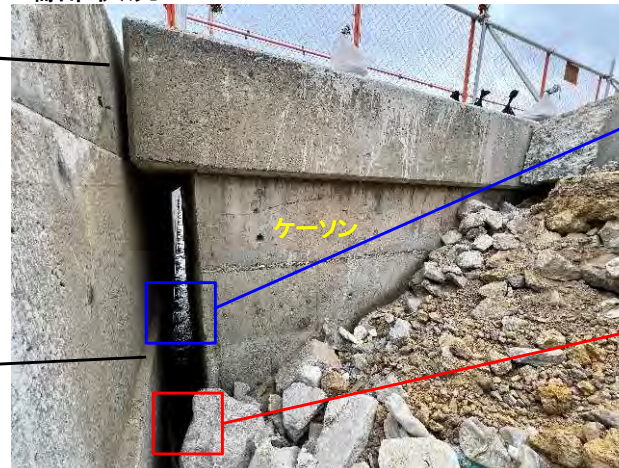
標高段彩表示(T.P.) Co床版下 T.P.+2.75m(図面)



防砂板状況



端部状況



端部のケーソン間開き25cm



開削調査時(水面付近) 陸側から撮影 シート破損状況

開削時に回収された防砂板(東側端部)

4. 令和6年度の空洞調査結果

4. (2) 舞子海岸での調査結果【開削調査】

＜東側端部 開削調査結果(アジュール舞子 防波護岸1)＞

○また、開削調査の結果、コンクリート床板の厚さは0.5mで設計値と同等、基礎砕石0.25m(設計値0.20m)、裏込石も設計どおりの位置だったが、吸出防止材が確認できなかった。

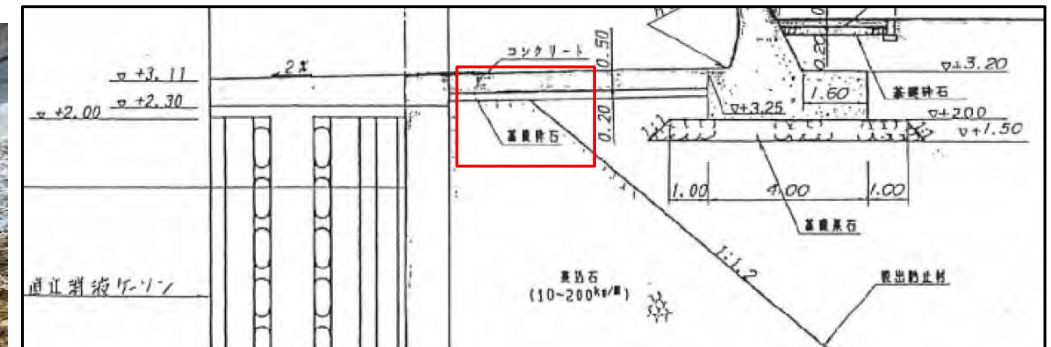
現状況と計画図面の確認



【位置図】



東側端部



計画図面 床版Co厚 0.50m
基礎砕石 0.20m

実測 床版Co厚 0.50m
基礎砕石 0.25m



ケーソン護岸
(神戸市管理)

裏込石が端部から流出したものと推測される



端部から流入したものと推測される
ペットボトル等の漂着ごみ(高潮時に海水流入があった可能性を示唆)

4. 令和6年度の空洞調査結果

4. (2) 舞子海岸での調査結果【開削調査】

＜東側端部 開削調査結果(SP2-SP3 防波護岸1)＞

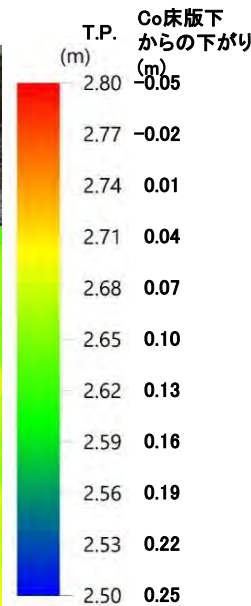
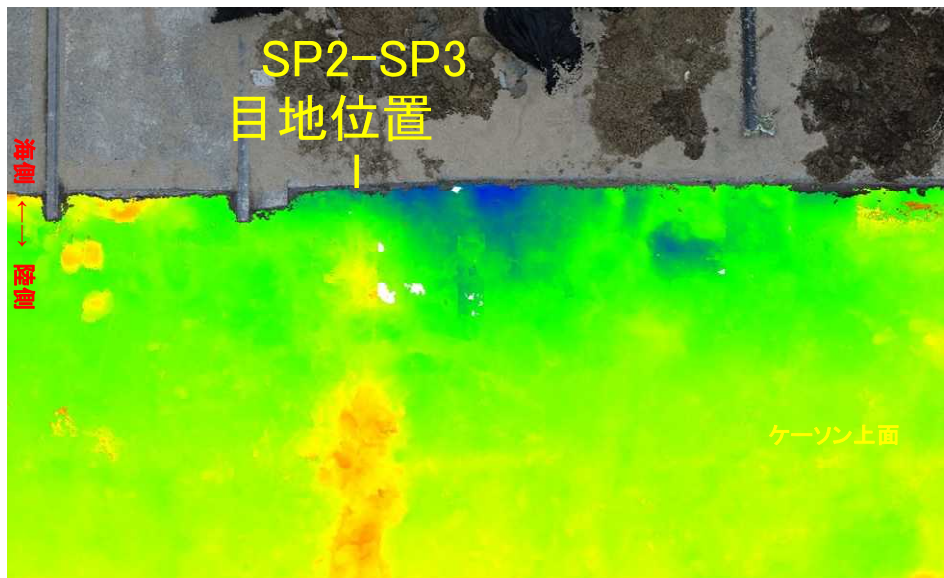
- 開削調査の結果、目地部付近において最大深さ約0.1m空洞(※)があった。
(※レーダ探査では、ゲート設置付近で異常な反応を確認できなかった)
- また、防砂板は裏込材天端の下がった位置で確認されており、それより上で確認でなかった。

【位置図】



標高段彩表示(T.P.)

Co床版下 T.P.+2.75m(図面)



メッシュモデル

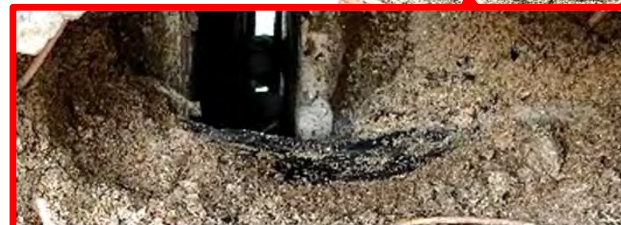


防砂板状況



← ケーソン上部工

← ケーソン上端部



4. 令和6年度の空洞調査結果

4. (2) 舞子海岸での調査結果【開削調査】

＜東側端部 開削調査結果 (SP3-SP4 防波護岸1)＞

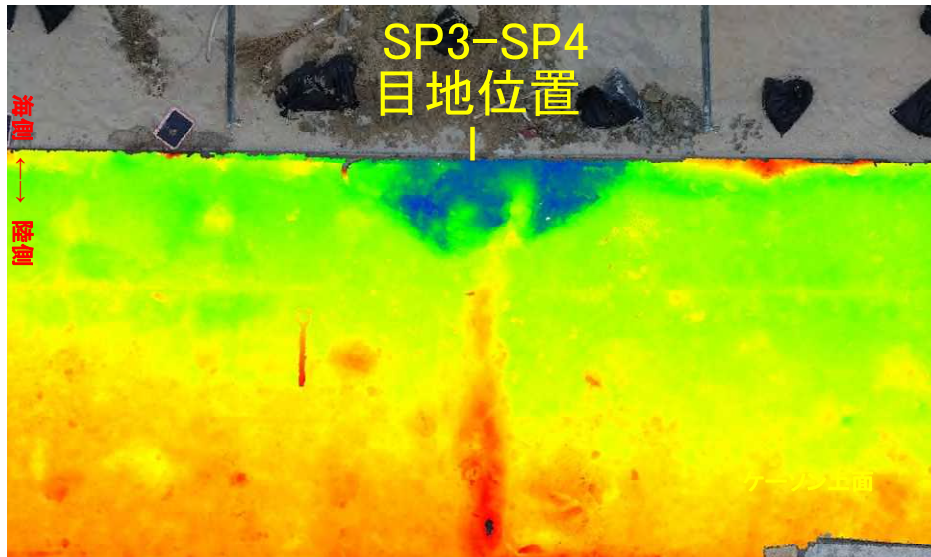
- 開削調査の結果、目地部付近において最大深さ約0.18m空洞(※)があった。
(※削孔調査では、空洞深さ0.13cm)
- また、防砂板は裏込材天端の下がった位置で確認されており、それより上で確認でなかった。

【位置図】



標高段彩表示 (T.P.)

Co床版下 T.P.+2.75m(図面)



T.P. (m)	Co床版下 からの下がり (m)	メッシュモデル
2.80	-0.05	
2.77	-0.02	
2.74	0.01	
2.71	0.04	
2.68	0.07	
2.65	0.10	
2.62	0.13	
2.59	0.16	
2.56	0.19	
2.53	0.22	
2.50	0.25	



防砂板の状況



← ケーソン上部工

← ケーソン上端部

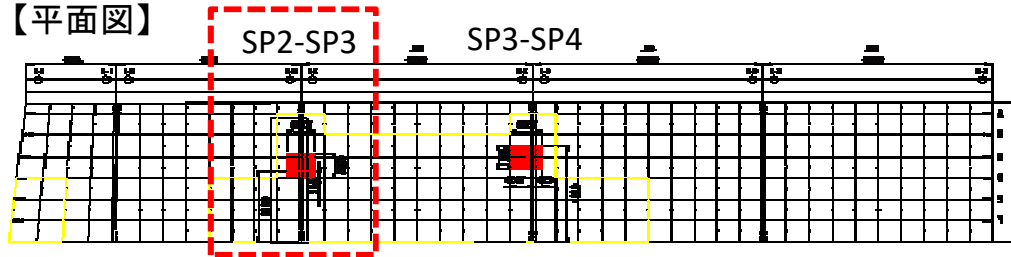
4. 令和6年度の空洞調査結果

4. (2) 舞子海岸での調査結果【開削調査】

＜東側端部 開削調査(吸出防止材の確認)結果(SP2-SP3 及び SP3-SP4 防波護岸1)＞

○吸出防止材を確認するため、トレンチしたところ設計より深い位置に確認された。

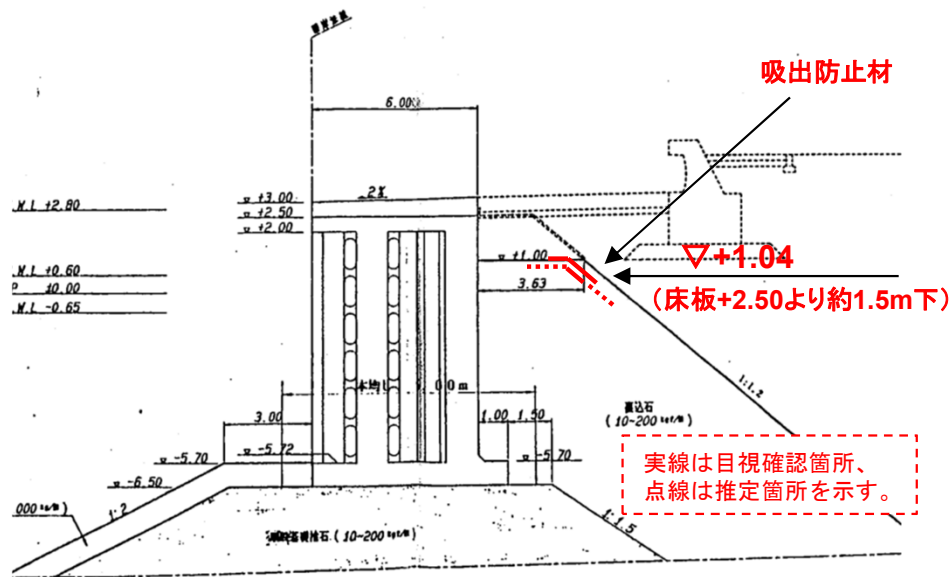
【平面図】



■吸出防止材確認範囲

【SP2-SP3】

【断面図】



【写真】

※推定法肩位置(ケーソンより3.30m)

※吸出防止材の重ねしろ(土砂の侵入)



推定法肩(赤色実線)

推定法肩(赤色実線)※拡大



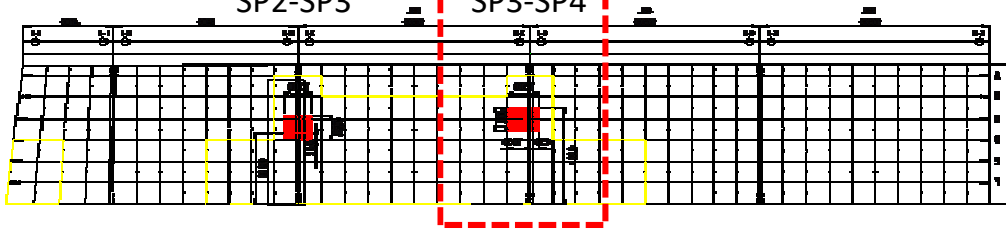
4. 令和6年度の空洞調査結果

4. (2) 舞子海岸での調査結果【開削調査】

＜東側端部 開削調査(吸出防止材の確認)結果(SP2-SP3 及び SP3-SP4 防波護岸1)＞

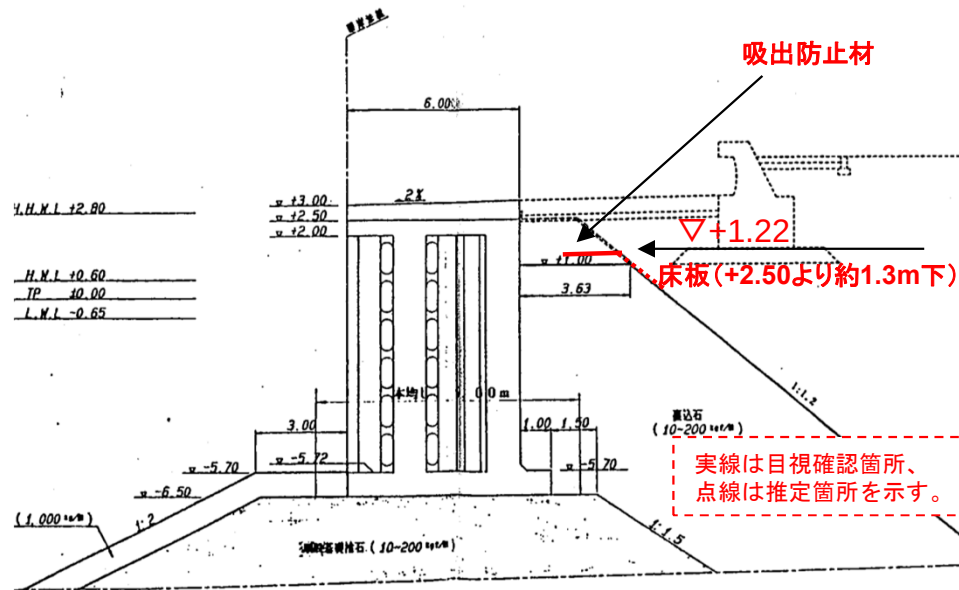
○吸出防止材を確認するため、トレンチしたところ設計より深い位置に確認された。

【平面図】



【SP3-SP4】

【断面図】



【写真】

※推定法肩位置(ケーソンより4.53m)



推定法肩(赤色実線)



※吸出防止材損傷(黄色マーカー)



吸出防止材を切断し、中を確認(ゴミあり)



＜平成23年度大蔵海岸での空洞対策等箇所、その後の状況調査＞

【凡例】

H23対策箇所



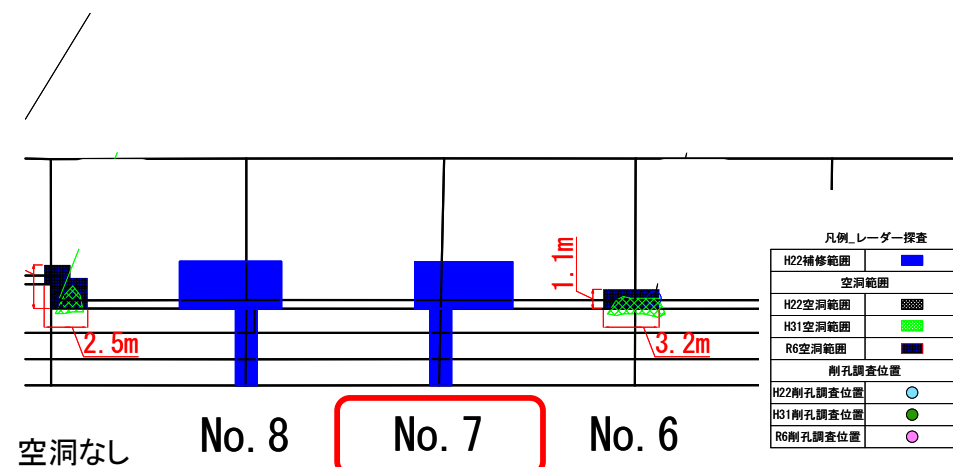
4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(3)大蔵海岸での調査結果【平成23年度からの変化】

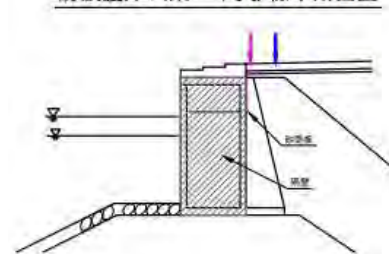
<調査結果総括(大蔵海岸 防波護岸1(東) No.7)>

- レーダ探査の結果、補修箇所に異常な反応は確認されなかった。
- 潜水調査の結果、防砂板は上部下部ともに防砂板目地が目視で確認され、ケーソン護岸前面の海底地盤に土砂が流出した明確な痕跡は確認されなかった。
- 目地の開きが上部19cm、下部19cmで、ズレは上部4cm、下部10cmであった。
- そのため、対策後、再び空洞が発生していないと推定された。

空洞調査結果



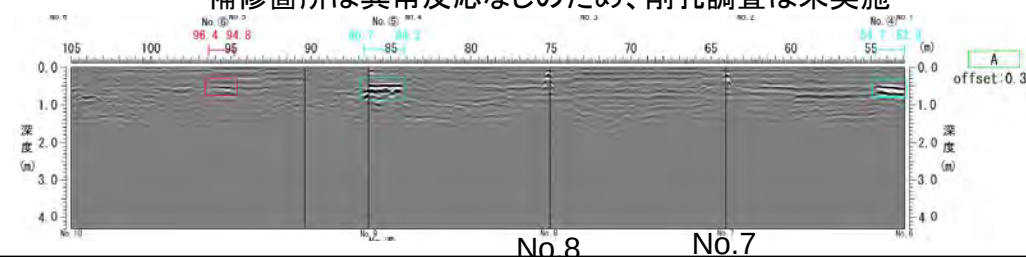
防波護岸1(東・中央)標準断面図



位置図



補修箇所は異常反応なしのため、削孔調査は未実施



床版および潜水調査結果

スパンNo.		7
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	無
	ひび割れ	有
	段差(起点側)	10
	段差(終点側)	20
目地部 (海側正面)	目地開き(上部)	190
	目地開き(下部)	190
	目地前後ズレ(上部)	40
	目地前後ズレ(下部)	100
海底地盤変状(土砂堆積等)		無
防砂板(防水カメラによる変状確認)		上有り 下有り

単位:mm

※赤字表記: 目地開き>50mm

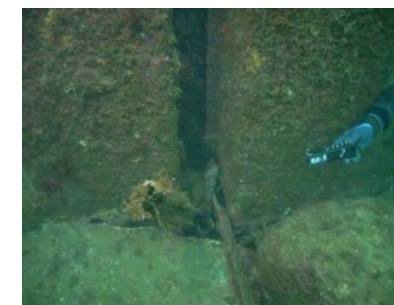
注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。



目地の開き ケーソン上部



目地の開き ケーソン下部



前面地盤の状況

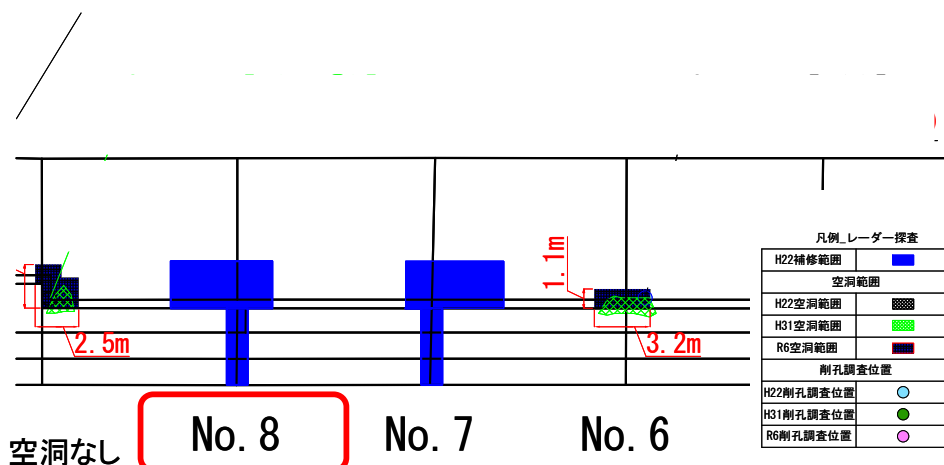
4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(3)大蔵海岸での調査結果【平成23年度からの変化】

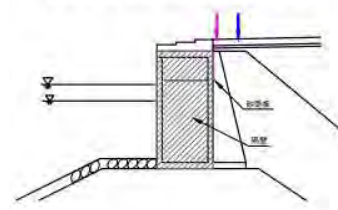
<調査結果総括(大蔵海岸 防波護岸1(東) No.8)>

- レーダ探査の結果、補修箇所に異常な反応は確認されなかった。
- 潜水調査の結果、防砂板は上部下部ともに防砂板の破損が確認され、ケーソン護岸前面の海底地盤に土砂が流出した明確な痕跡は確認されなかった。
- 目地の開きが上部8cm、下部8cmで、ズレは上部6.5cm、下部5.5cmであった。
- そのため、対策後に再び空洞が発生していないと推定された。

空洞調査結果



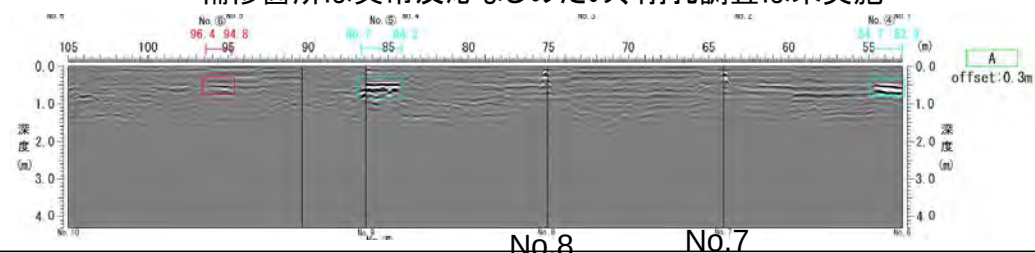
防波護岸1(東・中央)標準断面図



位置図



補修箇所は異常反応なしのため、削孔調査は未実施



床版および潜水調査結果

スパンNo.		8
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	無
	ひび割れ	有
	段差(起点側)	0
	段差(終点側)	30
目地部 (海側正面)	段差(隣接sp)	30
	目地開き(上部)	85
	目地開き(下部)	80
	目地前後ズレ(上部)	30
目地前後ズレ(下部)		30
海底地盤変状(土砂堆積等)		無
防砂板(防水カメラによる変状確認)		上破損 下破損

単位:mm

※赤字表記: 目地開き>50mm

注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

目地内部の防砂板の状況

ケーソン上部(スコープ調査)

防砂板破損



ケーソン下部(スコープ調査)

防砂板破損



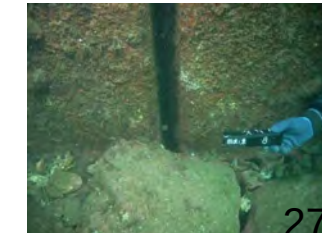
目地の開き ケーソン上部



目地の開き ケーソン下部



前面地盤の状況

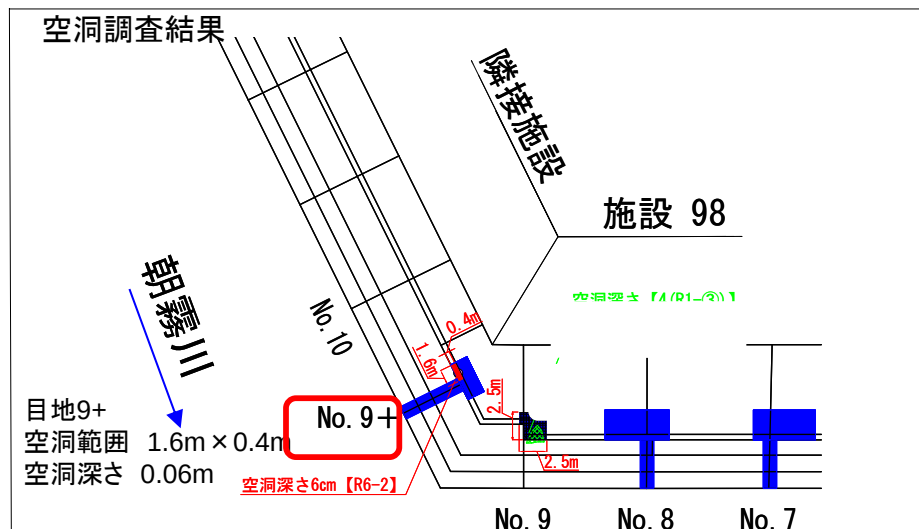


4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(3)大蔵海岸での調査結果【平成23年度からの変化】

<調査結果総括(大蔵海岸 防波護岸1(東) 目地9+)>

- レーダ探査の結果、縦断方向1.6m、横断方向0.4mで異常反応があったため、削孔調査した結果、目地の西側で空洞深さ6cm確認された。
(平成23年度対策後、今回(R6)調査で新たに空洞が確認された)
- 潜水調査の結果、**防砂板上部に防砂板破損が確認された。**
- ケーソン護岸前面の海底地盤に土砂が流出した明確な痕跡は確認されなかったが、**防砂板破損箇所から裏込材が流出した可能性**が考えられる。
- 目地の開きが上部11cm下部8cmで、ズレは下部のみで19cmだった。
- 当該箇所は、施設西端部の法線方向が変化する箇所に該当し、**ケーソン護岸構造が標準区間と異なる異形函**である。



削孔内調査結果

目地No.	距離(m)	オフセット(m)	床版厚(m)	空洞深さ(m)	上端	下端
9+	95.4	0.3	0.51	0.06		

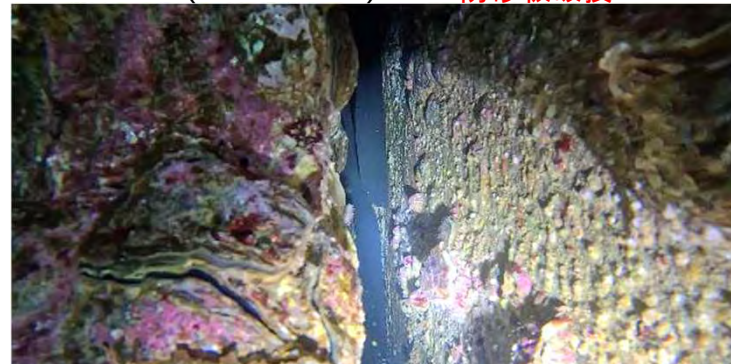
床版および潜水調査結果 単位:mm

スパンNo.		9+
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	有
	ひび割れ	有
	段差(起点側)	-
	段差(終点側)	50
	段差(隣接sp)	0
目地部 (海側正面)	目地開き(上部)	110
	目地開き(下部)	80
	目地前後ズレ(上部)	-
	目地前後ズレ(下部)	-190
海底地盤変状(土砂堆積等)		無
防砂板(防水カメラによる変状確認)		上破損 下有り

※赤字表記：目地開きについては50mm超

注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

目地内部の防砂板の状況
ケーソン上部(スコープ調査)



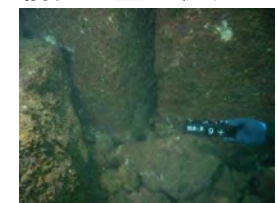
目地の開き ケーソン上部



目地の開き ケーソン下部



前面地盤の状況



目地のずれ ケーソン下部



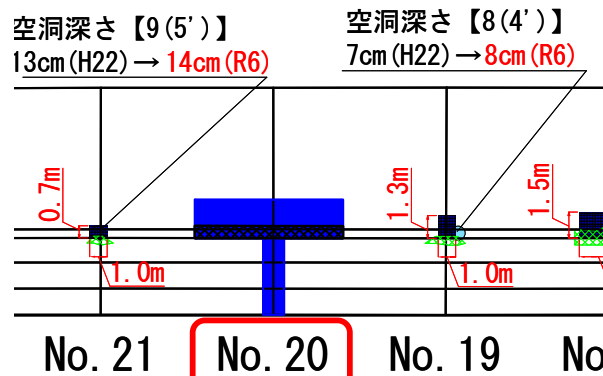
4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(3)大蔵海岸での調査結果【平成23年度からの変化】

＜調査結果総括(大蔵海岸 防波護岸1(中央) No.20)＞

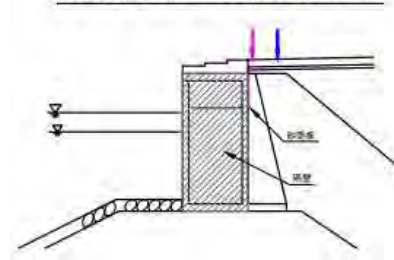
- レーダ探査の結果、補修箇所に異常な反応は確認されなかった。
- 潜水調査の結果、防砂板は上部下部ともに防砂板が目視確認され、ケーソン護岸前面の海底地盤に土砂が流出した明確な痕跡は確認されなかった。
- 目地の開きが上部10cm、下部9cmで、ズレは上部2cm、下部2.5cmであった。
- そのため、対策後に再び空洞が発生していないと推定された。

空洞調査結果

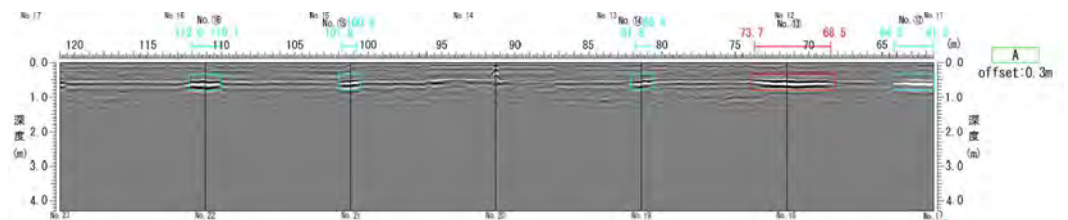


凡例_レーダー探査	
H22補修範囲	■
空洞範囲	
H22空洞範囲	■
H31空洞範囲	■
R6空洞範囲	■
削孔調査位置	
H22削孔調査位置	●
H31削孔調査位置	●
R6削孔調査位置	●

防波護岸1(東・中央)標準断面図



補修箇所は異常反応なしのため、削孔調査は未実施



空洞なし

床版および潜水調査結果

スパンNo.		20
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	無
	ひび割れ	-
	段差(起点側)	-
	段差(終点側)	10
目地部 (海側正面)	段差(隣接sp)	0
	目地開き(上部)	100
	目地開き(下部)	90
	目地前後ズレ(上部)	-20
	目地前後ズレ(下部)	25
海底地盤変状(土砂堆積等)		無
防砂板(防水カメラによる変状確認)		上有り 下有り

単位:mm

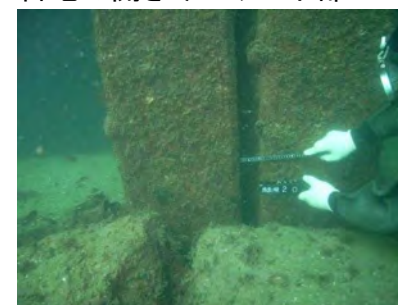
※赤字表記: 目地開き>50mm

注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

目地の開き ケーソン上部



目地の開き ケーソン下部



前面地盤の状況

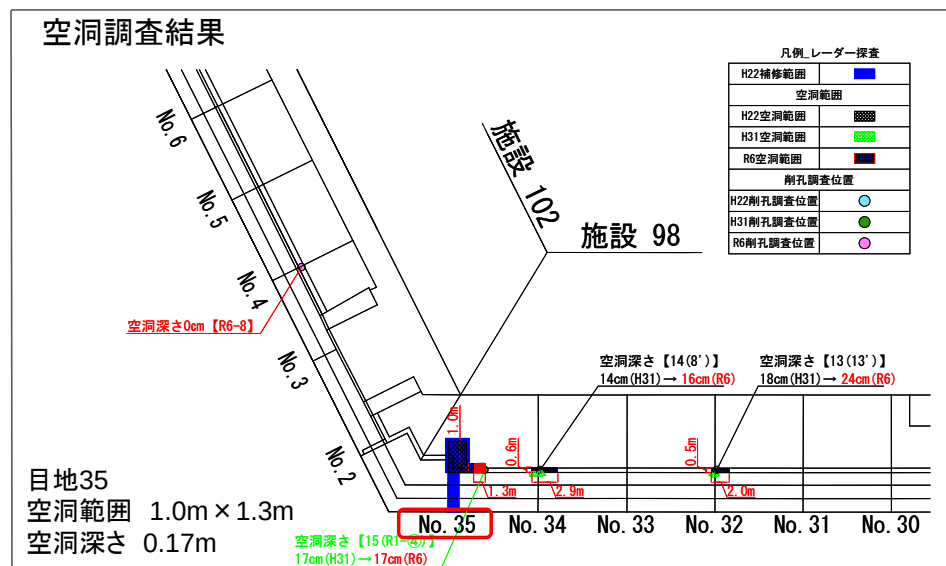


4. 令和6年度の空洞調査結果

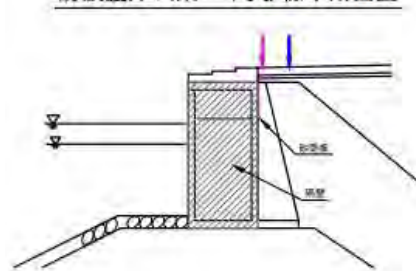
4.(3)大蔵海岸での調査結果【平成23年度からの変化】

<調査結果総括(大蔵海岸 防波護岸1(中央) 目地35)>

- レーダ探査の結果、平成30年度の調査と同様に目地の西側で、縦断方向1.3m、横断方向1.0mで、既設観測孔から空洞深さ17cmの規模の空洞が確認された。(前回(令和元年)調査と今回(令和6年)調査で空洞規模に変化は無かった)
- 潜水調査の結果、防砂板は上部下部ともに防砂板が目視確認され、前面の海底地盤に土砂が流出した明確な痕跡は確認されなかった。
- 目地の開きが上部16cm、下部10cmで、ズレは上部13cm、下部12cmがあった。
- 当該箇所は、施設西端部の法線方向が変化する箇所に該当し、**ケーソン護岸構造が標準区間と異なる異形函**である。



防波護岸1(東・中央)標準断面図



位置図



観測孔内調査結果

目地No.	距離(m)	オフセット(m)	床版厚(m)	空洞深さ(m)	上端	下端
35	236.0	0.3	0.55	0.17		

床版および潜水調査結果

スパンNo.		35
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無	有
	ひび割れ	-
	段差(起点側)	0
	段差(終点側)	0
目地部 (海側正面)	目地開き(上部)	160
	目地開き(下部)	100
	目地前後ズレ(上部)	130
	目地前後ズレ(下部)	120
海底地盤変状(土砂堆積等)		無
防砂板(防水カメラによる変状確認)		上有り 下有り

単位:mm

※赤字表記: 目地開きについて50mm以上

注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

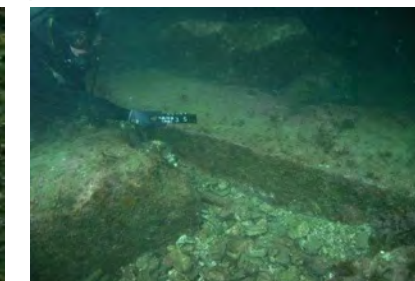
目地の開き ケーソン上部



目地の開き ケーソン下部



前面地盤の状況



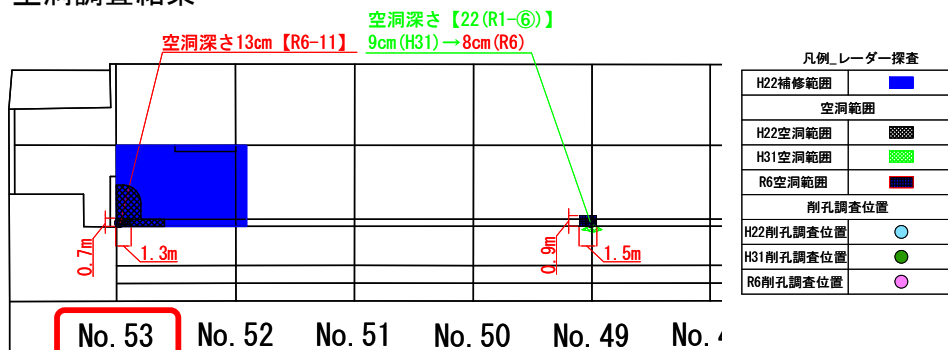
4. 令和6年度の空洞調査結果

4.(3)大蔵海岸での調査結果【平成23年度からの変化】

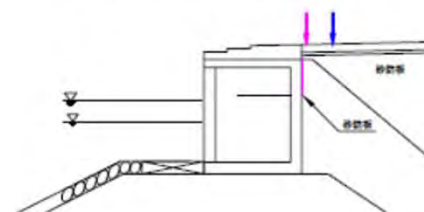
＜調査結果総括(大蔵海岸 防波護岸1(西) 西側端部目地NO53)＞

- レーダ探査の結果、西側端部目地の東側で、縦断方向1.3m、横断方向0.7m、削孔調査の結果、空洞深さ13cmの規模で確認された。
- 潜水調査の結果、防砂板は上部下部ともに防砂板が目視確認され、ケーソン護岸前面の海底地盤に土砂が流出した明確な痕跡は確認されなかった。
- 目地の開きが上部8cm、下部8cmで、ズレは上部6.5cm、下部5.5cmであった。
- 当該箇所は、施設西端部に位置し、取付部との境界部分である。

空洞調査結果



防波護岸1(西)標準断面図



削孔内調査結果

目地No.	距離(m)	オフセット(m)	床版厚(m)	空洞深さ(m)	上端	下端
53	160.4	0.3	0.51	0.13		

床版および潜水調査結果

スパンNo.	53
床版部 (ケーソン背後)	空洞有無 有 ひび割れ - 段差 (起点側) - 段差 (終点側) - 段差 (隣接sp) 0
目地部 (海側正面)	目地開き (上部) 80 目地開き (下部) 80 目地前後ズレ (上部) 65 目地前後ズレ (下部) 55
海底地盤変状 (土砂堆積等)	無
防砂板 (防水カメラによる変状確認)	上有り 下有り

単位:mm

※赤字表記: 目地開き>50mm

注)上記計測数値については調査時点の実測値であり、変化量ではない。

目地の開き ケーソン上部



目地の開き ケーソン下部



前面地盤の状況



4. 令和6年度の空洞調査結果

4. (4) 開削調査及び再空洞化箇所調査の結果のとりまとめ

●令和6年度 開削調査、及び再空洞化箇所調査の結果

<令和6年 開削調査の結果(場所:アジュール舞子東端部)>

- ・アジュール舞子東側での地中レーダ探査による反応箇所(空洞推定箇所)との今回の開削調査は概ね一致していた。
(目地部で空洞を確認。陸側の波返しまで間で空洞は確認されなかった。)
- ・同東側端部の調査結果では、ケーソン護岸(神戸市管理側)正面とケーソン護岸(国管理側)側面の隣接部で、防砂板(1.4m×1.8m)があり、護岸の開き(25cm)が確認された。また、同箇所海側からの潜水調査(カメラ撮影)した結果、2.5m下の水面付近に防砂シート及び土砂流出が確認された。
- ・開削直後(掘削前)の状況において、吸出防止材はコンクリート床板直下で確認できなかった。(床版下面より約1.5m下で確認)
- ・また、SP2-SP3とSP3-SP4のケーソン間の目地部で、ケーソン護岸天端と防砂板の間に5cm程度の隙間が確認された。

<令和6年度 再び空洞化発生箇所の調査結果(場所:大蔵海岸)>

- ・H23年度の目地対策5箇所のうち2箇所で、令和元年及び令和6年の調査でケーソン護岸背後のコンクリート床板下で、再び空洞化が発生していることを確認した。
- ・再び空洞が発生した箇所(前2.(3))の調査(非破壊)を実施したところ、2箇所ともにケーソン護岸構造が標準区間と異なる異形函において、空洞が発生しており、うち1箇所において防砂板破損が確認された。



- 今回(R6年度)調査(開削調査含む)の結果、「防砂板の損傷し、ケーソン護岸背後の目地間付近でのみ土砂の流出が見られる」

【大蔵海岸】平成14年度 大蔵海岸陥没事故調査委員会より

- ・H13年12月、大蔵海岸にて父親と散歩していた4歳の少女が東側突堤際の砂浜に突然発生した陥没穴に転落、生き埋めとなる事故が発生。
- ・事故は、少女が砂浜から東側突堤の上に上がろうと突堤部に近づいた時に突堤部際の砂浜下に発生していた空洞が少女の重みで陥没したことで起きたもの。
- ・なお、事故が発生した砂浜は、兵庫県と明石市が計画した人工海浜であり、突堤で囲まれた内側に砂等を投入して造成され、平成10年3月から供用開始されていた。

- ・ケーソン目地部に砂止め用に設置された防砂板が破損したため、目地部に進入した波が押し寄せるときに海水が破損部から侵入し、波が引くときに海水とともに防砂板背後の砂が破損部を通じて海側に徐々に流失して生じたものと推定される。
- ・なお、防砂板の破損原因は、来襲する波浪がケーソン目地部に進入し、目地部に挿入された防砂板のU字突起部が繰り返し波の力を受け、そのためにその部分が動かされ、その背後の砂および雑石と摩擦を続けたため、磨耗損傷したものと推定される。

- ・損傷した防砂板の取替え(フラットなものを選定)
- ・ケーソン突堤の背後に裏込材と防砂シートを敷設
- ・裏込材付近についてはフィルター材を敷設するとともに砂を雑石に置き換え
- ・砂層については、表層50cmを砂層、下層50cmを礫と砂との混合層に改良
- ・ケーソン間に目地材を充填
- ・使用材料 水膨張式目地材、防砂板、防止シート

断面図(対策後)】

This cross-sectional diagram illustrates the construction details of a riverbed reinforcement project. On the left, a concrete structure is shown with a vertical section labeled "目地材充填" (Joint material filling). To its right is a layer of "玉石 (厚50cm)" (Rubble stones, 50cm thick), which sits atop a "砂掘削・埋戻し (厚1m)" (Sand excavation and backfill, 1m thick) layer. A legend indicates that the top part of this layer is "溜砂" (Accumulated sand) and the bottom part is "海砂+礫" (Sea sand + gravel). Below the rubble stone layer are two filter layers: "フィルター層1" (Filter layer 1) and "フィルター層2" (Filter layer 2), separated by a "防砂シート" (Anti-sand sheet). The bottom-most layer is labeled "砂掘削・撤去・雄石置換" (Sand excavation, removal, and armor stone replacement). At the very base, there are labels for "防砂板交換" (Anti-sand plate exchange) and "底砂掘削" (Bottom sand excavation).

過年度に発生した空洞の原因及び対策

【大蔵海岸】平成23年度 東播海岸の管理に関する検討会より

【概要】

- ・H22年9月、大蔵海岸の西にあるコンクリート護岸の背面で空洞（横4.5m、縦2.8m、深さ最大2.3m）が確認され、地元明石市と共同で周辺も含めて緊急点検調査を実施。
- ・調査の結果、新たに28箇所の空洞、ボーリング調査により、うち、5箇所で深さ約40～100cm程度の空洞が確認された。
- ・なお、当該護岸は、明石市が施工した護岸である。

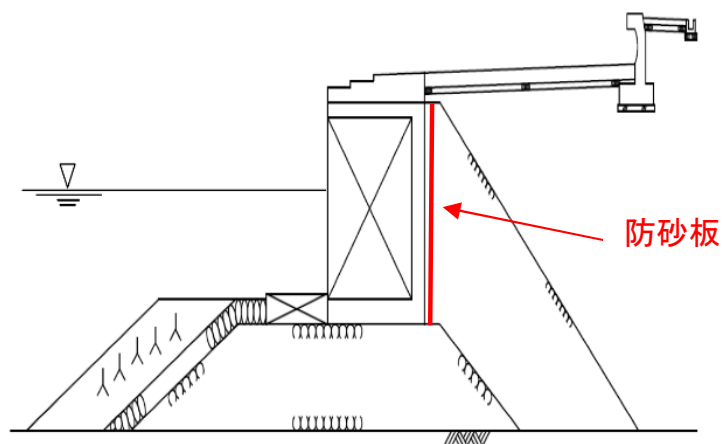
【原因】

- ・H13年大蔵海岸陥没時事故調査時に波浪による防砂板の振幅による摩耗が確認されていることから当該箇所の潮位以下（海面下）の防砂板は、その後も台風等の波浪の影響を10年以上、受けたことが予測される。
- ・摩耗による防砂板の消失、防砂板の消失により目地間が広がり、下端部から裏込材が流出、裏込材の流出により背面の裏込材が沈下、裏込材の沈下により、コンクリート床板に空洞が発生したものと推定される。

【対策】

- ・目地材の設置と目地部背後の固結工法（グラウト注入）の併用工法を実施。
- ・ガイドレールと共に中空ゴムをケーソン目地に挿入し、内部に砂を充填して目地を閉塞
- ・ケーソン背面をボーリングし、それをグラウト孔として薬液注入し裏込材が固化した壁の造成
- ・使用材料 水膨張式目地材 $\phi 220 \sim 420$ L=10.05m 可塑性グラウト材

【断面図（対策前）】



【断面図（対策後）】

