

岩美海岸浜崖後退抑止工検討会

陸上地区（試験施工評価）

説明資料

平成 30 年 7 月 23 日

鳥取県

【議題概要】 議題 1 陸上地区での浜崖後退抑止工の試験施工の結果

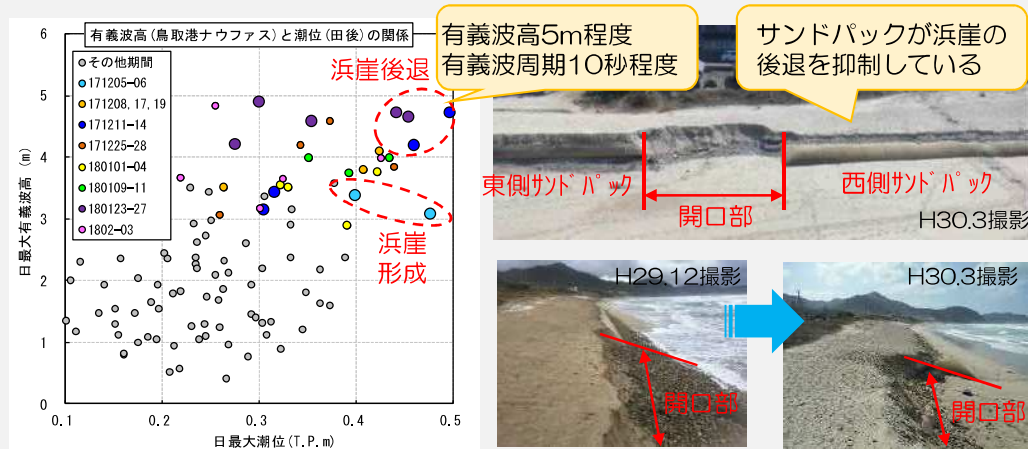
試験施工の概要

- 西側と東側で設置高が異なる2種類のサンドバックを設置。
- 平成29年11～12月に施工し、測量・CCTV等のモニタリングを実施。



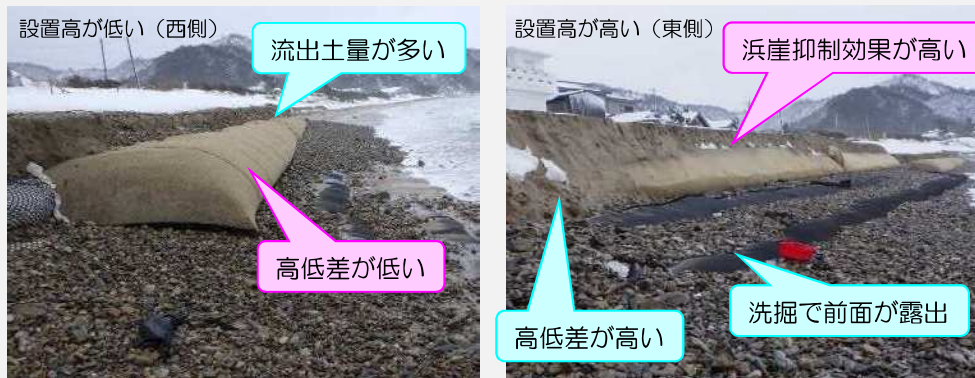
浜崖形成・後退の状況とサンドバックによる効果

- 施工後(平成29年12月4日)～平成30年3月の間に高波浪が17回程度発生。
- 浜崖は、潮位がT.P.+0.4m以上において、有義波高が3m以上で形成、4m以上で後退(有義波高5m程度かつ有義波周期10秒程度で顕著に後退)。
- サンドバック未設置箇所では浜崖がより後退しており、サンドバックが浜崖後退を抑制(年数回程度来襲する波浪に対して、浜崖抑制効果がある)。



設置高が異なる2種類のサンドバックの違い (効果・課題)

- 東西で共通：袋材に重大な変形・損傷はなく、浜崖抑制効果があった。
- 設置高が高い(東側)：浜崖抑制効果がより高い。一方、洗掘等の懸念と露出時の高低差が高く利用面での配慮が必要であることが課題。
- 設置高が低い(西側)：露出時の高低差が低く利用面で優位性がある。一方、施工性と流出土量が多く養浜量がより必要であることが課題。



今後の事業化の方向性 (サンドバックによる対策実施方針)

- 緊急性・地元要望が高く、背後を脅かす大規模な浜崖が頻発し景観や利用面でも重要な陸上地区西側において、サンドバックを優先的に設置していく。
- モニタリングを行いながら、必要に応じて延伸していく。



岩美海岸浜崖後退抑止工検討会 陸上地区（試験施工評価） 説明資料

目 次

1. 試験施工の概要	- 1 -
2. 施工完了後の概況（外力状況、地形変化の実態）	- 2 -
3. 浜崖形成・後退状況の実態分析	- 4 -
3.1 高波浪・地形変化の特徴的な状況と分析内容	- 4 -
3.2 観測データに基づく鳥取港・陸上地区の波浪特性の整理	- 4 -
3.3 CCTV 画像に基づく外力特性の整理	- 7 -
3.4 地形変化、浜崖形成・後退の実態分析	- 9 -
4. サンドバックによる事業の効果検証	- 20 -
4.1 サンドバックの設置効果	- 20 -
4.2 施工条件（設置高）による効果の違い	- 22 -
4.3 洗掘対策の効果	- 23 -
4.4 端部処理の効果	- 23 -
5. 事業化に向けた検討	- 24 -
5.1 今回の試験施工から得られた効果と課題	- 24 -
5.2 陸上地区及び他海岸においてサンドバックによる浜崖抑制対策を実施していく上での必要な要件（設計諸元）	- 26 -
5.3 今後の陸上地区全体における対策方針（サンドバックによる浜崖抑制対策の実施範囲・方針）	- 27 -
5.4 対策区間②（測線 No.11～14）における対策方針（実施範囲・必要な要件）	- 29 -

1. 試験施工の概要

1. 試験施工の概要

陸上地区におけるサンドバック工法による試験施工の概要を以下に整理する。試験施工に向けた工事は、平成 29(2017)年 11 月 1 日～12 月 4 日に実施され（表 1-1 参照）、サンドバックの効果を検証するため、西側と東側で設置高が異なる 2 種類のサンドバックが施工された（図 1-1 参照）。また、試験施工期間中のモニタリングとして、測量、固定角度での CCTV による連続撮影、UAV 撮影が行われた（図 1-2 参照）。

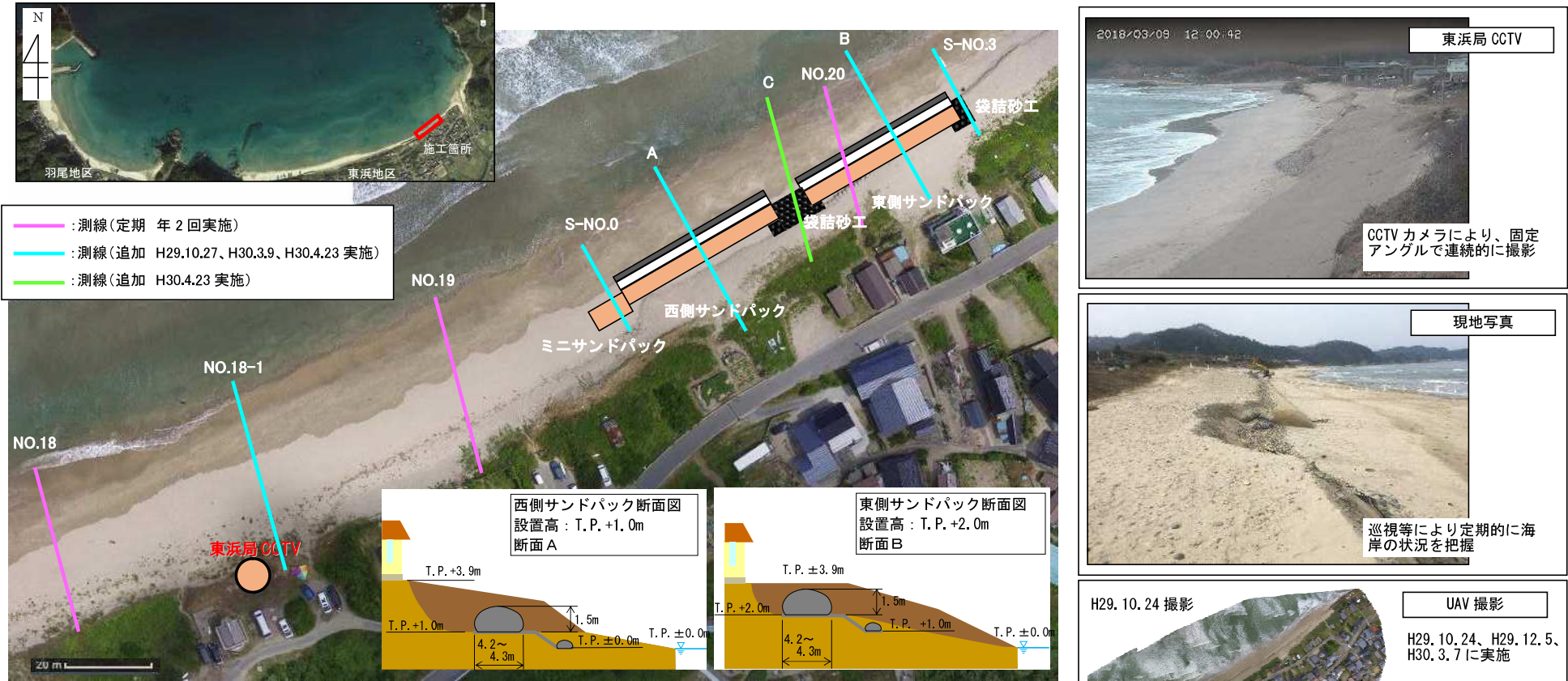


図 1-1 陸上地区における試験施工、モニタリングの概要

表 1-1 陸上地区における工事日程

	日	西側サンドバック			東側サンドバック		
		掘削	アンカーチューブ設置	埋戻し	掘削	アンカーチューブ設置	埋戻し
平成29年 11月	1日	↑↓			↑↓		
	5日	↑↓			↑↓		
	10日		↑↓			↑↓	
	15日			↑↓			↑↓
	20日				↑↓	↑↓	↑↓
	25日			↑↓			↑↓
12月	30日						↑↓
	4日			↑↓			↑↓

←→ : 計画
←→ : 実施

当初は 11 月中で施工を完了する予定であったが、高波浪のため工事が中断し、12 月初旬まで遅延した。

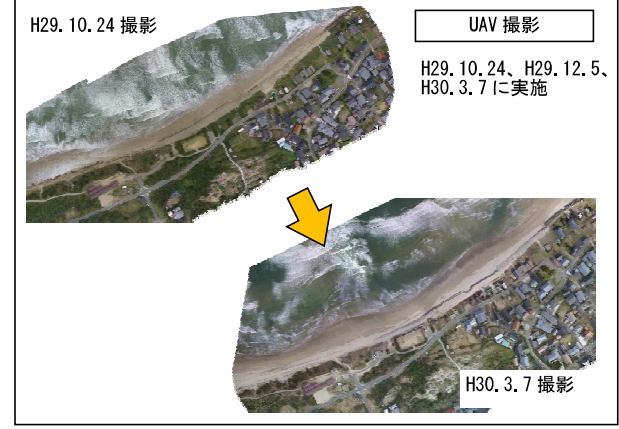


図 1-2 施工前後のモニタリング内容

2. 施工完了後の概況(外力状況、地形変化の実態)

2. 施工完了後の概況(外力状況、地形変化の実態)

サンドバックの施工完了(平成29(2017)年12月4日)以降の外力(潮位、波高)及び地形変化(浜崖発生状況など)の概況を図2-1に示す。ここでは、鳥取県土整備事務所により観測されているCCTV画像(東浜局)を基に、**顕著な地形変化(浜崖の発生、後退)が発生したタイミングを抽出し**、外力の時系列変化と現地状況写真を合わせて示す。

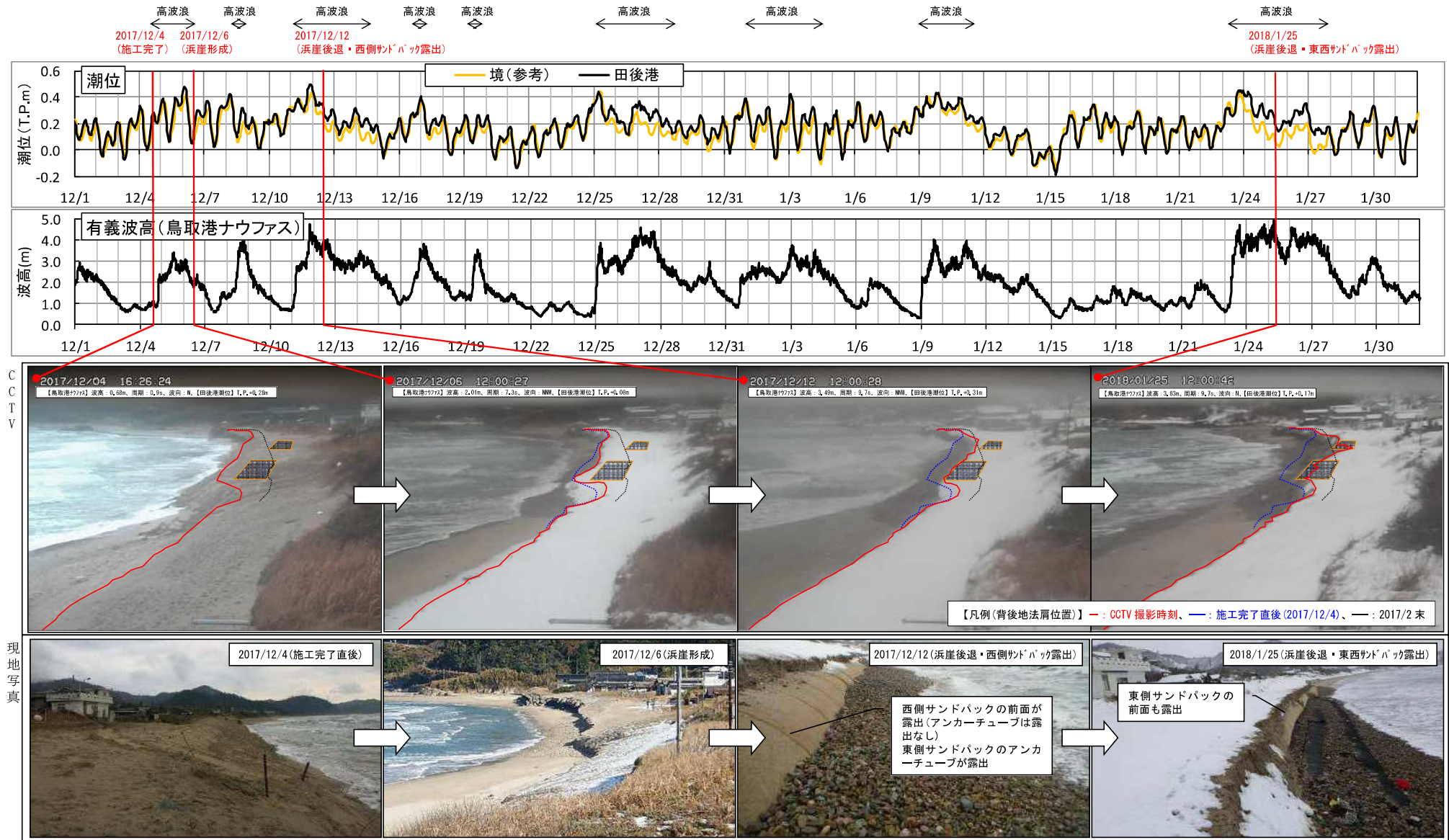


図2-1 施工完了後の外力状況(潮位・波高)と地形変化の実態 平成29年12月～平成30年1月 (CCTV画像・現地写真)

2. 施工完了後の概況(外力状況、地形変化の実態)

サンドバックの施工完了(平成 29(2017)年 12 月 4 日)以降の外力(潮位、波高)及び地形変化(浜崖発生状況など)の概況を図 2-2 に示す。ここでは、鳥取県土整備事務所により観測されている CCTV 画像(東浜局)を基に、高波浪は発生したが大きな地形変化は確認されなかったタイミングを抽出し、外力の時系列変化と現地状況写真を合わせて示す。

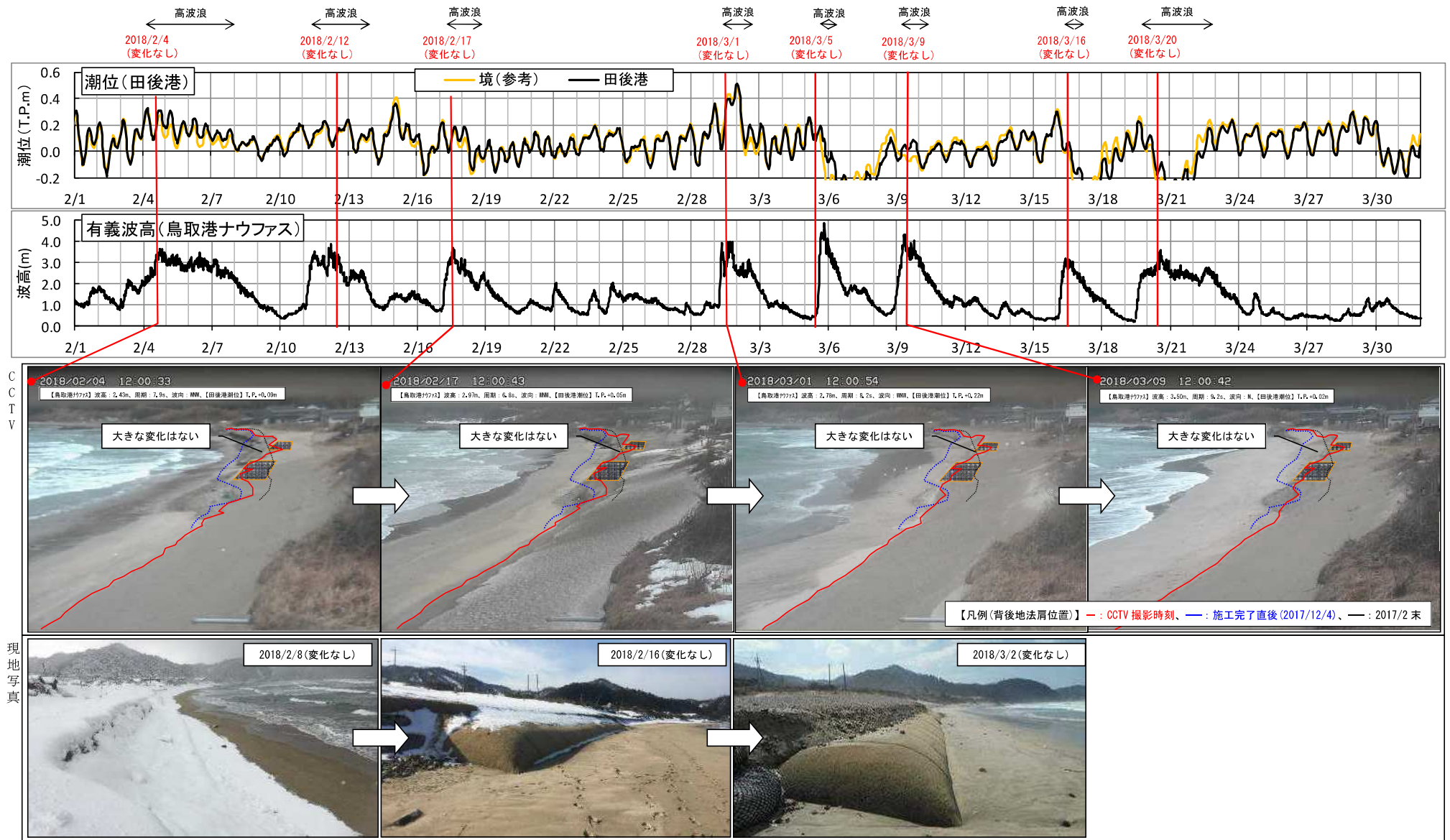


図 2-2 施工完了後の外力状況(潮位・波高)と地形変化の実態 平成 30 年 2 月~平成 30 年 3 月 (CCTV 画像・現地写真)

3. 浜崖形成・後退状況の実態分析

3. 浜崖形成・後退状況の実態分析

3.1 高波浪・地形変化の特徴的な状況と分析内容

CCTV 画像と外力データを基に、高波浪や地形変化（浜崖の発生、後退）が発生した期間毎の詳細な状況と実態分析の視点について整理したものを表 3-1 に示す。

表 3-1 高波浪・地形変化の特徴的な状況

分類	期間	外力状況	地形変化状況	分析の視点
I	H29. 12. 4～6 【養浜砂流出 ・浜崖形成】	<ul style="list-style-type: none"> 有義波高の最大値は 3.4m 程度。高波浪継続期間は 1.5 日程度。 潮位は最大 T.P. +0.5m 程度、平均 T.P. +0.3m 程度と 比較的高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工完了後、徐々に前面下部の養浜砂が流出し、礫が露出。 急勾配から直立となり、浜崖が形成。一部崩壊し、後退。 	<ul style="list-style-type: none"> 汀線付近の浜崖形成メカニズム。
II	H29. 12. 11～14 【高波浪 ・浜崖後退】	<ul style="list-style-type: none"> 有義波高の最大値は 4.7m 程度。高波浪継続期間は 4 日程度。 潮位は最大 T.P. +0.5m 程度、平均 T.P. +0.3m 程度と 比較的高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 11, 12 日に侵食、後退。その後変化なし。 西側サンドバック前面が露出。東側のアンカーチップが露出。 土嚢が転倒、埋没(12/16 に確認)。 	<ul style="list-style-type: none"> 浜崖後退のメカニズム(後退進行)。 サンドバックによる防護効果。 大型土嚢の埋没実態。
III	H29. 12. 8, 17, 19 【高波浪・浜崖に大きな変化なし】	<ul style="list-style-type: none"> 有義波高の最大値は 4.0m 程度。高波浪継続期間は 0.5 日程度。 潮位は最大 T.P. +0.4m 程度、平均 T.P. +0.2m 程度と 比較的低い。 	<ul style="list-style-type: none"> 前面、背後ともに変化なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 浜崖後退のメカニズム(現状維持)。 サンドバックによる防護効果。
IV	H29. 12. 25～28 H30. 1. 1～4 【高波浪・浜崖に大きな変化なし(前面堆積)】	<ul style="list-style-type: none"> 有義波高の最大値は 4.6m 程度。高波浪継続期間は 4 日程度。 潮位は最大 T.P. +0.4m 程度、平均 T.P. +0.2m 程度と 比較的低い。 	<ul style="list-style-type: none"> 背後の変化なし。 徐々に前面に砂が堆積し、礫の露出がなくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 浜崖後退のメカニズム(現状維持)。 サンドバックによる防護効果。
V	H30. 1. 9～11 【高波浪・浜崖に大きな変化なし(前面土砂流出)】	<ul style="list-style-type: none"> 有義波高の最大値は 4.0m 程度。高波浪継続期間は 3 日程度。 潮位は最大 T.P. +0.4m 程度、平均 T.P. +0.3m 程度と 比較的高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 背後の変化なし。 前面下部の土砂が流出し、礫が露出。 	<ul style="list-style-type: none"> 浜崖後退のメカニズム(現状維持)。 サンドバックによる防護効果。
VI	H30. 1. 23～27 【高波浪 ・浜崖後退】	<ul style="list-style-type: none"> 有義波高の最大値は 4.9m 程度。高波浪継続期間は 4.5 日程度。 潮位は最大 T.P. +0.5m 程度、平均 T.P. +0.3m 程度と 比較的高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 24, 25 日に侵食、後退。その後変化なし。 東側サンドバック前面が露出。 土嚢が埋没(周辺に礫が堆積、1/25 に確認)。 	<ul style="list-style-type: none"> 浜崖後退のメカニズム(後退進行)。 サンドバックによる防護効果。 大型土嚢の埋没実態。
VII	H30. 2. 4, 12, 17 H30. 3. 1, 5, 9, 16, 20 【高波浪・浜崖に大きな変化なし】	<ul style="list-style-type: none"> 有義波高の最大値は 4.8m 程度。高波浪継続期間は 1～4 日程度。 潮位は最大 T.P. +0.4m 程度、平均 T.P. +0.1m 程度と 比較的低い。 	<ul style="list-style-type: none"> 前面、背後ともに変化なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 浜崖後退のメカニズム(現状維持)。 サンドバックによる防護効果。

※高波浪継続期間：年間で平均波高が最も高い 1 月の月平均有義波高(約 2.0m)以上の継続時間。

3.2 観測データに基づく鳥取港・陸上地区の波浪特性の整理

平成 24 年度に陸上地区で実施された波浪観測結果(出典：陸上海岸保全対策調査及び検討業務委託、H25. 3)と同時期に鳥取港で観測されたナウファスデータについて、有義波高及び波向発生頻度の比較図を図 3-1 に示す。また、図 3-2 には、陸上地区の波向特性を把握するため、鳥取港で観測された波向ごとに陸上地区での観測波向の頻度分布を示す。

図 3-1 及び図 3-2 から、鳥取港及び陸上地区における波浪特性として以下のことが確認される。

- 鳥取港の主波向は NNE～NNW であり、WNW も比較的多く発生している。一方、陸上地区の主波向は N～NNW であり、鳥取港で観測される NNE 等の東寄りの波向はほとんど発生していない。
- 波向が N、NNW、NW の場合、陸上地区と鳥取港の波向は概ね同じ方向になっている。それ以外の波向の場合、陸上地区では鳥取港の波向よりも北寄りの波向が発生する傾向にある。
- 陸上地区と鳥取港の有義波高は相関が高い。ただし、観測波高が大きくなると、同時刻の波高は陸上地区の方が高い傾向にある。また、波向が N 方向の場合、陸上地区の波高が高い傾向にある。

3. 浜崖形成・後退状況の実態分析

■ 陸上地区の波浪特性（平成 24 年度の陸上地区波浪観測結果と鳥取港ナウファスデータとの比較）

- ・ 鳥取港の主波向は NNE～NNW であり、WNW も比較的多く発生している。一方、陸上地区の主波向は N～NNW であり、鳥取港で観測される NNE 等の東寄りの波向はほとんど発生していない。
- ・ 波向が N、NNW、NW の場合、陸上地区と鳥取港の波向は概ね同じ方向になっている。それ以外の波向の場合、陸上地区では鳥取港の波向よりも北寄りの波向が発生する傾向にある。
- ・ 陸上地区と鳥取港の有義波高は相関が高い。ただし、観測波高が大きくなると、同時刻の波高は陸上地区の方が高い傾向にある。また、波向が N 方向の場合、陸上地区の波高が高い傾向にある。

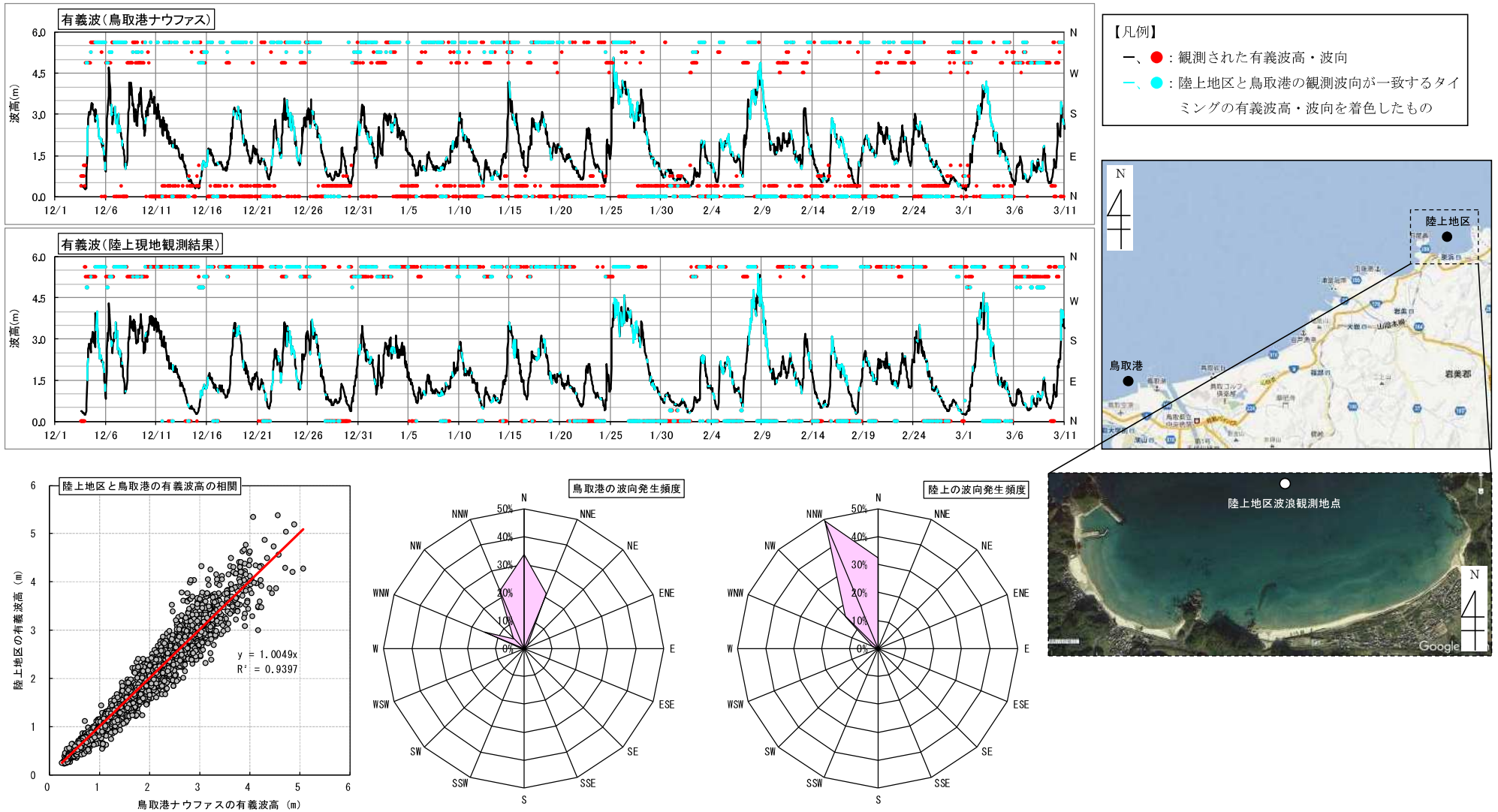


図 3-1 平成 24 年度の陸上地区波浪観測結果と鳥取港ナウファスデータとの比較 (H24.12.3～H25.3.11)

3. 浜崖形成・後退状況の実態分析

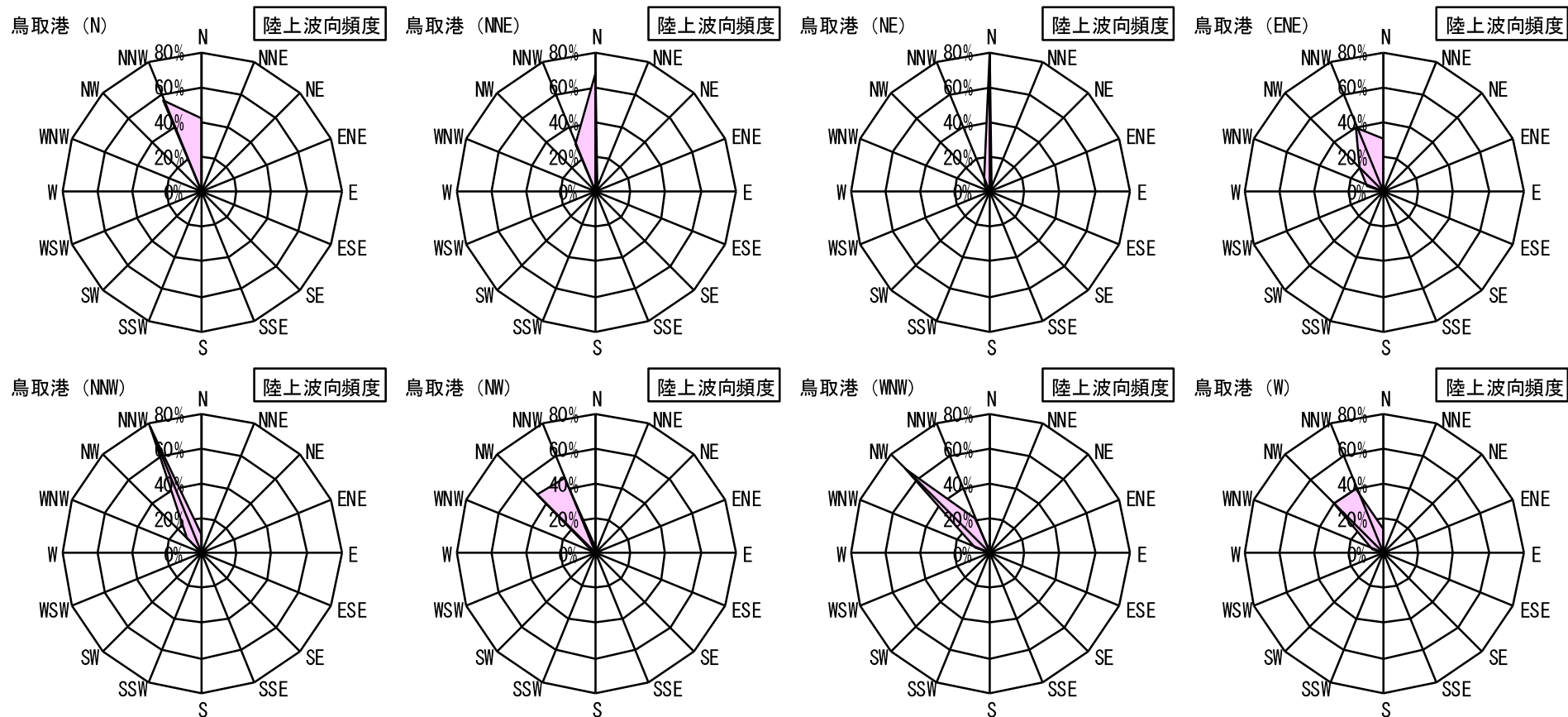


図 3-2 鳥取港で観測された波向毎の陸上地区での観測波向の頻度分布 (H24.12.3~H25.3.11)

3. 浜崖形成・後退状況の実態分析

3.3 CCTV 画像に基づく外力特性の整理

陸上地区の試験施工箇所周辺における波の入射・遡上（うちあげ、越波）特性について、CCTV 画像などから定性的な分析を行う。

3.3.1 試験施工箇所周辺における波の入射特性

CCTV 画像において試験施工箇所周辺で確認される代表的な波の入射状況について示したものを図 3-4 に示す。また、平成 28 年 6 月に撮影された空中写真を図 3-3 に示す。

陸上地区では、冬季の波向は N、NNW、NW が卓越しており、この場合、試験施工箇所周辺には侵食傾向となる向きの波が入射している。一方、鳥取港で WNW 方向の波浪が観測される場合、比較的低頻度ではあるが、試験施工箇所西側では堆積傾向となる西から東向きの波が入射する状況が確認されることもある（WNW の場合に常に確認されるものではない）。

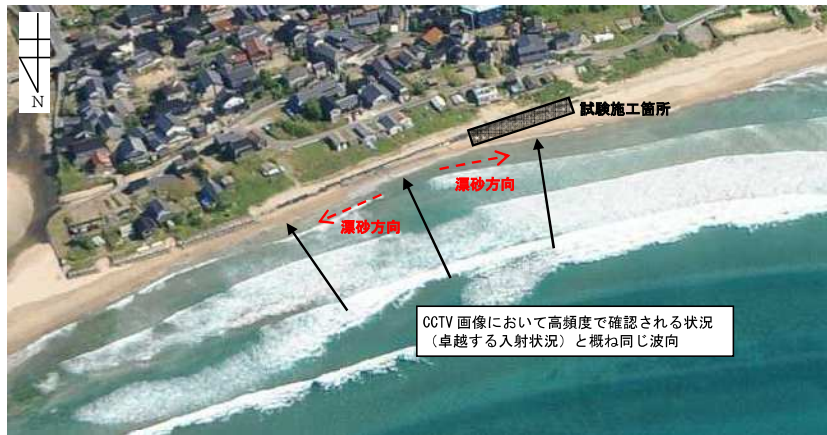


図 3-3 試験施工箇所周辺の入射状況（空中写真：H28.6.3 撮影）



図 3-4 CCTV 画像に基づく試験施工箇所周辺の入射状況

3.3.2 潮位・波高による波の遡上状況の違い

試験施工箇所周辺での潮位・波高による波の遡上状況の違いについて示したものを図 3-5 に示す。ここでは、代表的なものとして、潮位と波高の大小関係を組合せた 4 事例を示す。

- ①潮位低、波高小：静穏状態（汀線から背後地までは一定の距離がある）。
- ②潮位低、波高大：波の遡上位置は低くなり、背後地や浜崖部へ波が入射・遡上しにくい。汀線付近の地形変化は生じるが、背後地や浜崖部の地形変化は生じない。
- ③潮位高、波高小：波の遡上位置は高くなり、背後地や浜崖部へ波が入射・遡上しやすい。波高が小さいため、背後地や浜崖部の地形変化への影響は小さい。
- ④潮位高、波高大：背後地や浜崖部へ波が入射・遡上し、うちあげ・越波が生じる。背後地や浜崖部の地形変化への影響は大きい。（高波浪時は、気圧低下や風による吹き寄せ等で海面が高くなるため、発生頻度が高い）



図 3-5 CCTV 画像に基づく潮位・波高による波の遡上状況の違い

3. 浜崖形成・後退状況の実態分析

3.3.3 波の遡上・うちあげの状況

CCTV 画像から最も高い遡上（うちあげ）が確認できる状況を図 3-6 に示す。また、参考として、覆っていた雪の消失状況から遡上（うちあげ）が確認できる状況についても合わせて示す。

CCTV の画像から、潮位が高い場合、有義波高が 3.4m~5.0m 程度では、背後の天端高（浜崖の法肩高）である T.P.+4.0m 程度まで波が遡上（うちあげ）することがわかる。

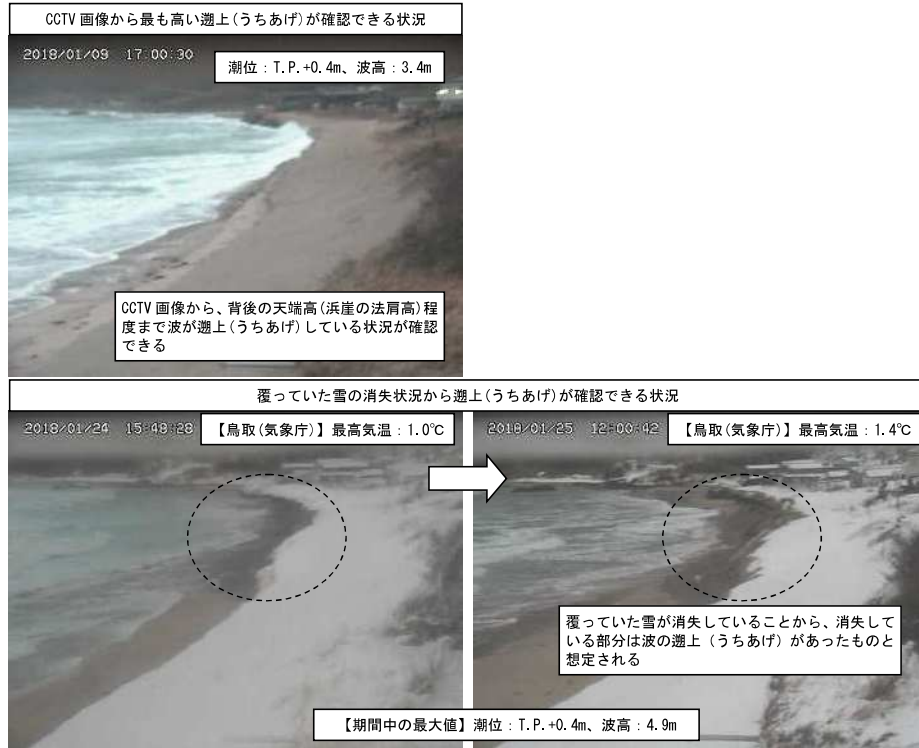


図 3-6 CCTV 画像に基づく波の遡上・うちあげの状況

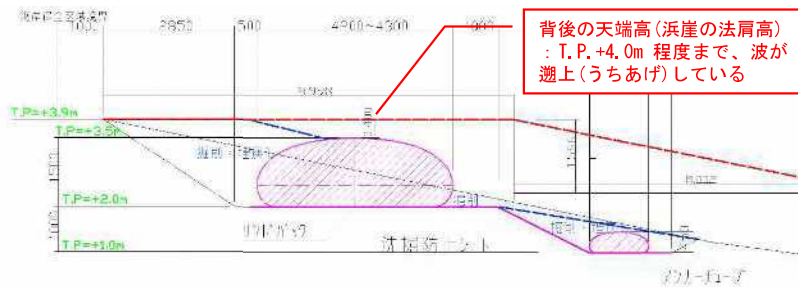


図 3-7 東側サンドバック設置箇所標準断面図

参考：「岩美海岸浜崖後退抑止工検討会 資料（H29.8.21）」

4.4.5 性能照査（波のうちあげ高による天端高）

「浜崖後退抑止工の性能照査・施工・管理マニュアル（P.1-2-34）」によると、サンドバックの天端高は、計画波浪よりも頻度の高い設計波浪（例えば 1/10 確率波）のうちあげ高を上限とされている。つまり、計画波浪以下の高波浪のうちあげ高がサンドバック天端高の上限値となる。

うちあげ高は、「改良仮想勾配法」等の手法で算定可能であるものの、緩勾配の海底勾配のため精度低下が懸念されたため、実態における波の遡上高（うちあげ高）をもとに設定する。

図 4-4 に示す現地の定点写真、測量等から概略判断すると、波高 6m（参考：10 年確率波浪 $H_{1/10}=7.2\text{m}$ ）において、T.P.+4m 程度までは波の遡上（うちあげ高）が確認できたため、サンドバックの天端高の上限は、T.P.+4m 程度（現地海岸の浜崖の天端高程度）とする。

なお、参考として算出した 10 年確率波浪（ $H_{1/10}=7.2\text{m}$ ）における波のうちあげ高は T.P.+2.1m 程度、50 年確率波浪（ $H_{1/50}=10.3\text{m}$ ）における波のうちあげ高は T.P.+3.4m 程度である。（参考資料参照）

図 4-4 は浜崖の発生状況の写真と測量データ（写真と近い時期）であり、H29 年 1 月 16 日から 23 日にかけて、大型土嚢背後の地形が侵食され、浜崖が進行している。この期間の波浪は最大の有義波高で 6.00m（鳥取港）であり、浜崖の法肩よりうちあげ高は T.P.+4.1m 程度（浜崖法肩）には達していると推測される。

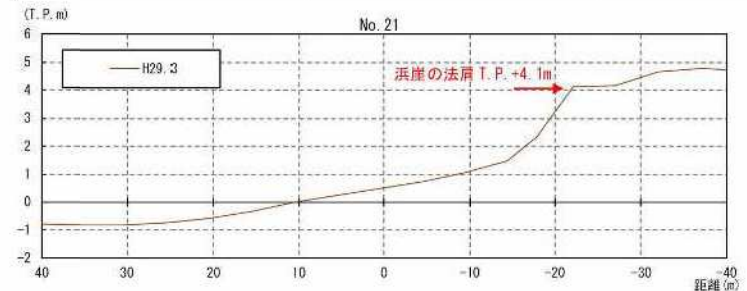


図 4-4 浜崖の発生状況から概略推定した波のうちあげ高（遡上高）

3. 浜崖形成・後退状況の実態分析

3.4 地形変化、浜崖形成・後退の実態分析

3.4.1 期間 I : H29.12.4~6 【養浜砂流出・浜崖形成】

(1) 地形変化の実態

施工完了直後に発生した高波浪期間（有義波高の最大値は 3.4m 程度、高波浪継続期間は 1.5 日程度）における地形変化の実態を図 3-8 に示す。

この期間では、施工完了後、徐々に前面下部の養浜砂が流出し、礫が露出する状況が確認される。その後、前面の斜面が急勾配から直立となっており、陸上地区において冬季風浪前にも度々発生する汀線付近の比較的小規模な浜崖が形成される。また、試験施工箇所西側で浜崖の肩部の一部が崩壊し、やや後退する状況が確認される。

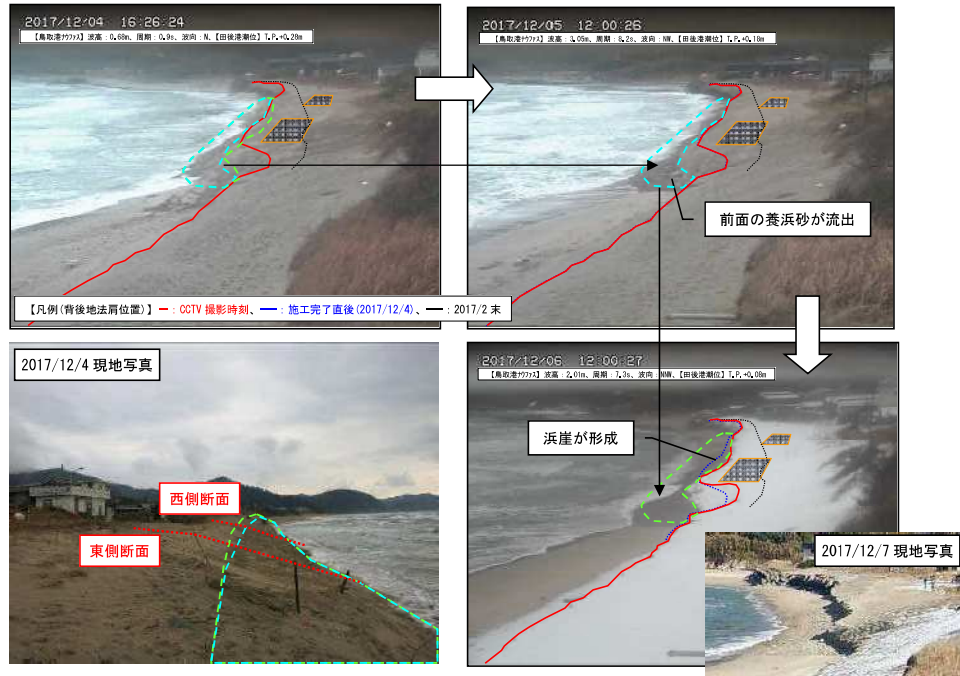


図 3-8 地形変化の実態 (CCTV 画像・現地写真)

(2) 地形変化と外力の関係

対象期間において CCTV 画像で確認される主な入射・遡上状況、その他期間も含めた高波浪時の潮位と有義波高の関係について整理したものを図 3-9 に示す。

この期間では、有義波高は最大 3~4m 程度であるが、潮位が高いため、埋戻しを行った養浜砂の斜面上に継続的に波が遡上し、徐々に前面下部の土砂が流出したことで、浜崖が形成されるに至っている。

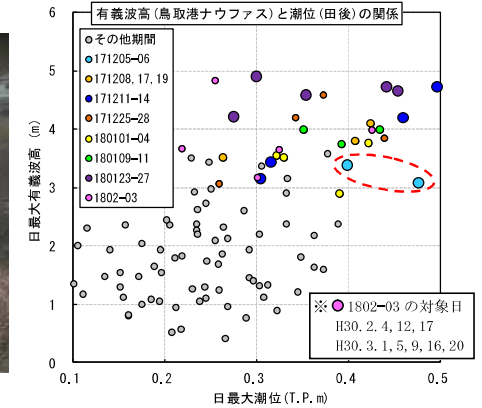


図 3-9 左図：CCTV 画像で確認される主な入射・遡上状況、右図：潮位と有義波高の関係

(3) 汀線付近の浜崖形成状況

以上の状況を踏まえ、浜崖の形成・後退状況について、CCTV 画像及び現地写真から推定した浜崖位置をもとに、浜崖の後退距離、浜崖高、流出土量（断面積）をサンドバック設置箇所の標準断面図に記載したものを図 3-10 に示す。

- ・西側：後退距離(3.7m→4.5m)、浜崖高(T.P.+2.9m→+3.0m)、流出土量(3.7m²→5.2m²)
- ・東側：後退距離(6.7m)、浜崖高(T.P.+2.3m)、流出土量(5.7m²)

※本期間は、サンドバック背後まで浜崖が後退していないため、参考としてサンドバック前面の状況を記載する（土砂流出量等の浜崖後退状況はサンドバック背後で評価する）。

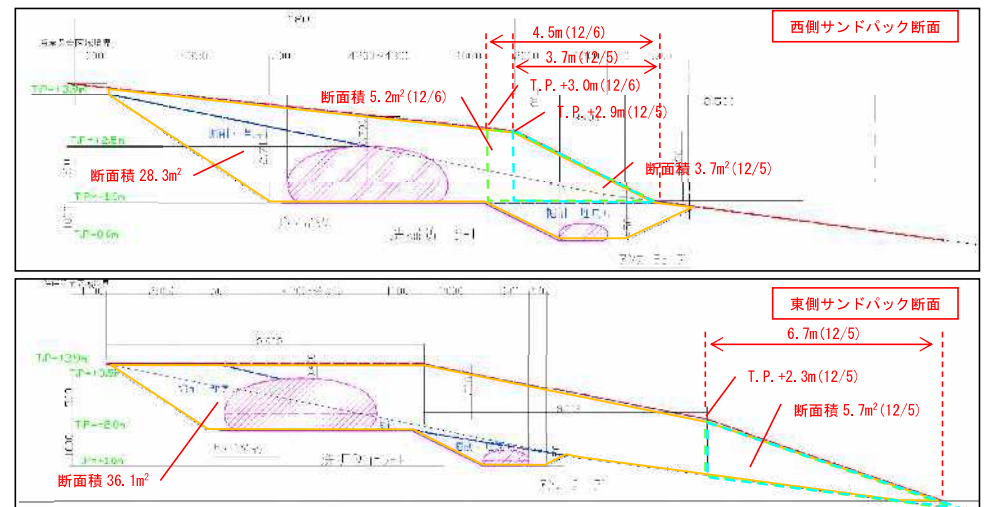


図 3-10 サンドバック設置箇所の標準断面図と断面変化の状況（参考）