

宮崎海岸侵食対策検討委員会 第11回技術分科会

Ⅱ. 埋設護岸変状原因の推定と今後の対策工(案)

<内容>

(1) 第10回技術分科会までの埋設護岸の変状と原因の推定	1
1) 埋設護岸の調査結果	2
2) 埋設護岸の変状原因の推定	1 7
(2) 第10回技術分科会以降の埋設護岸の変状と原因の推定	2 3
1) 埋設護岸の調査結果	2 4
2) 埋設護岸の変状原因の推定	4 5
(3) 埋設護岸のステップアップの検討	5 7
1) 構造のステップアップ	5 8
2) 配置のステップアップ	6 2
3) 維持管理のステップアップ	6 6

国土交通省・宮崎県

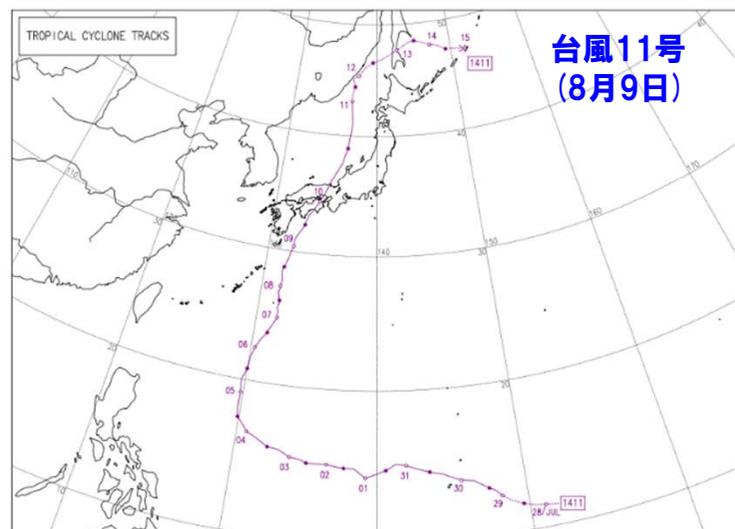
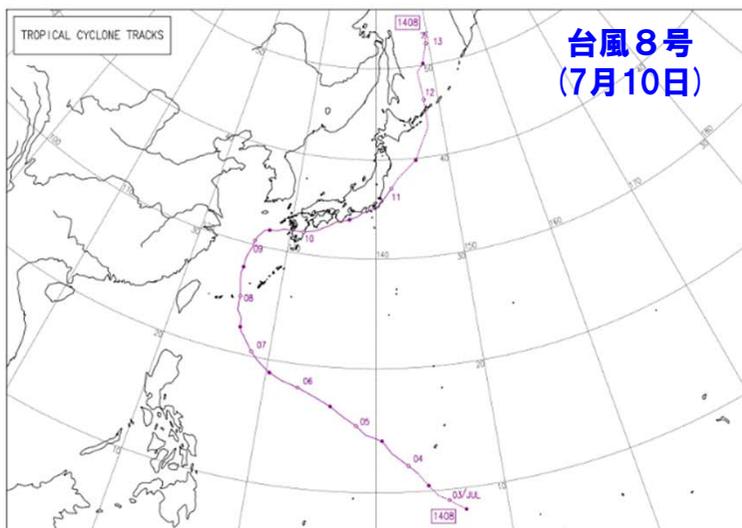
平成26年11月27日

(1)第10回技術分科会までの 埋設護岸の変状と原因の推定

1) 埋設護岸の調査結果

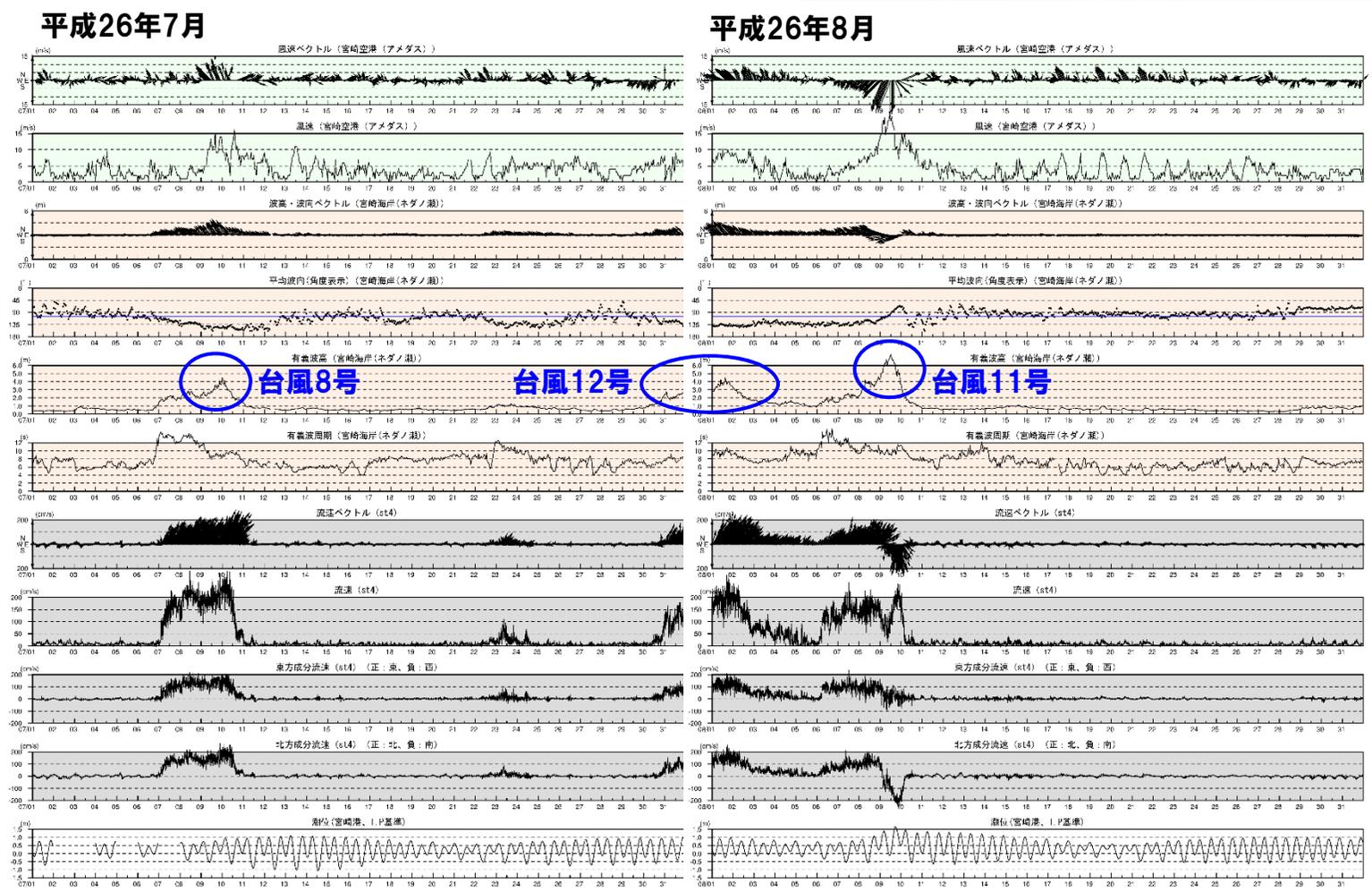
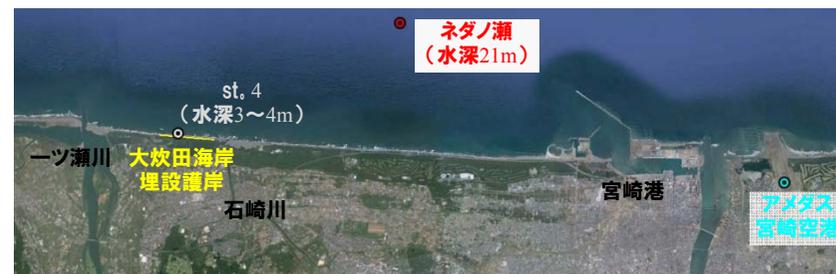
②外力の把握 a)台風の来襲状況

- ・今年度、宮崎海岸に最初に影響を及ぼした台風は、7月に来襲した台風8号であり、宮崎海岸を西から東に横断するように通過した。
- ・8月には台風12号(九州の西側海上を通過)、台風11号(東側海上を通過)が1週間程度の間隔で宮崎海岸周辺を通過している。



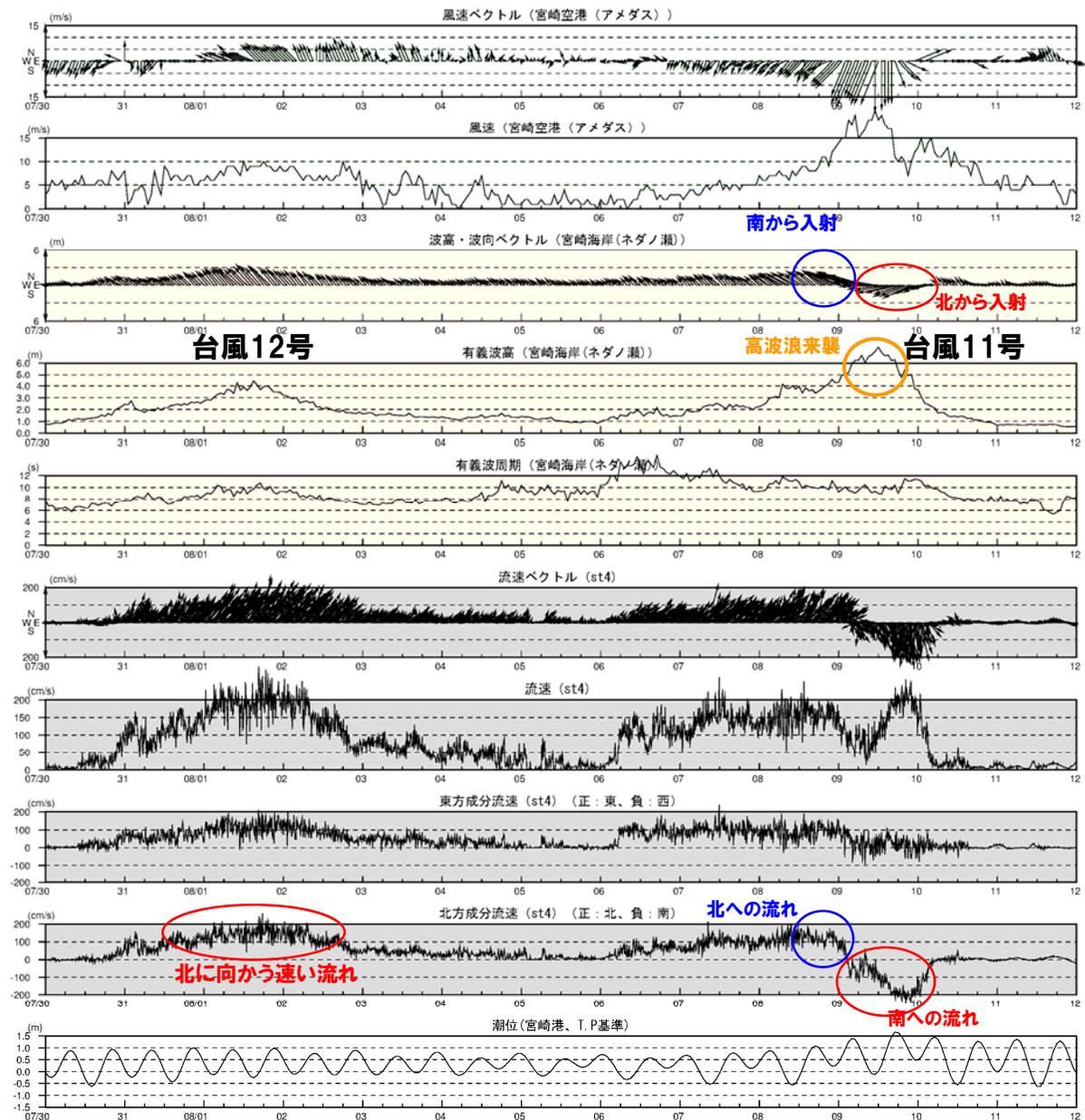
②外力の把握 b)波浪・潮位・風の概要(1/2)

- ・台風では有義波高(ネダノ瀬)で最大有義波高7.35mを観測した。また、台風8号、12号でも最大有義波高4m以上を観測した。
- ・大炊田海岸前面(st4)では、各台風において最大流速200cm/s程度以上の速い流れが観測されている。



②外力の把握 b)波浪・潮位・風の概要(2/2)

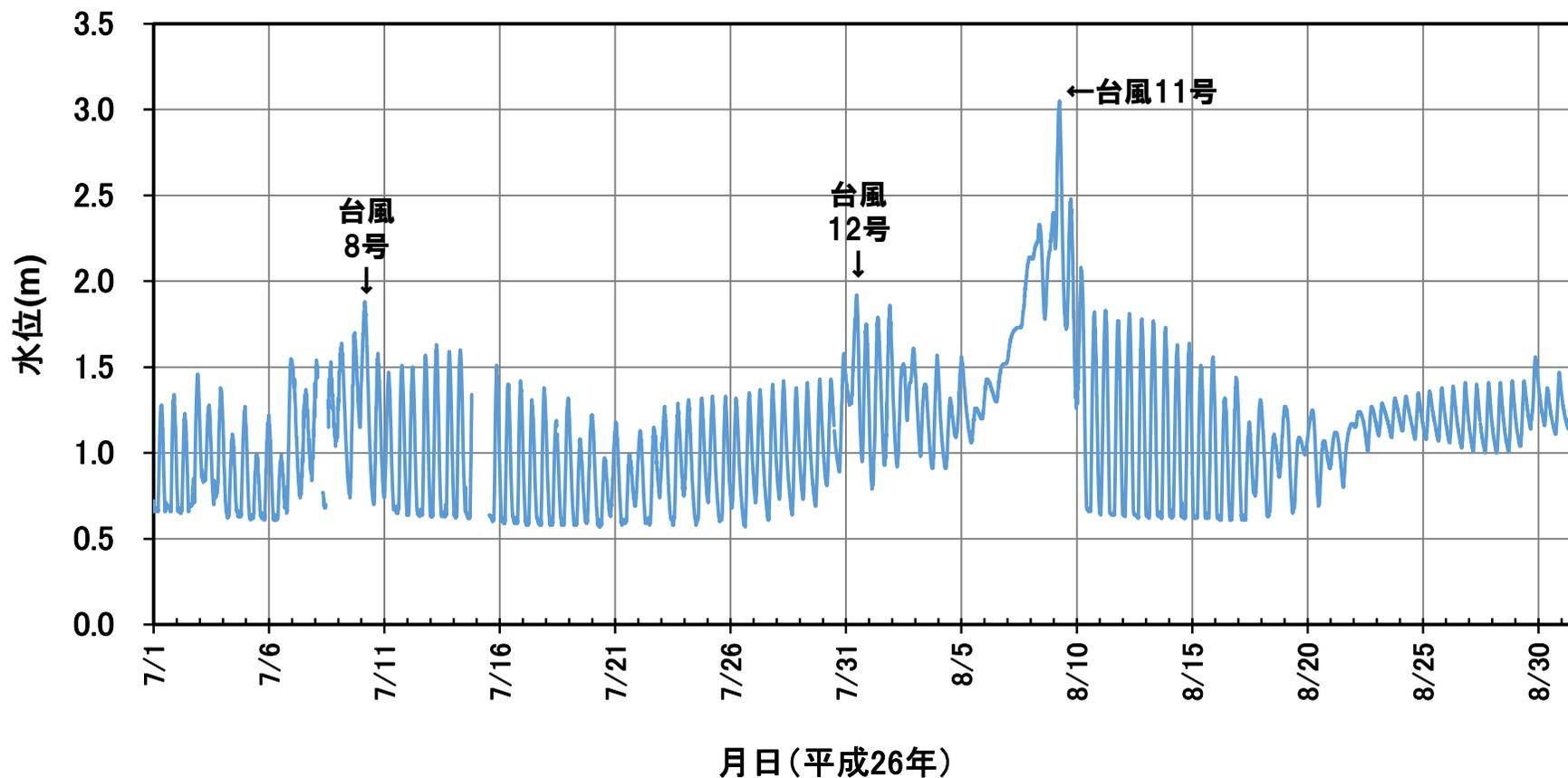
- ・台風12号来襲時の大炊田海岸(st.4)に作用した波浪は、最大有義波高4m程度と、特別に高い波高ではなかったが、流速を見ると、北向きの速い流れ(100cm/s以上)が3日間(7/31~8/2)程度継続している。
- ・台風11号来襲時初期(8/7~9)も、北向きの速い流れ(100cm/s以上)が継続しているが、波高ピーク付近より傾向が逆転し、波は北から入射し、流れは南向きへと変化している。



②外力の把握 c)石崎川からの出水の概要

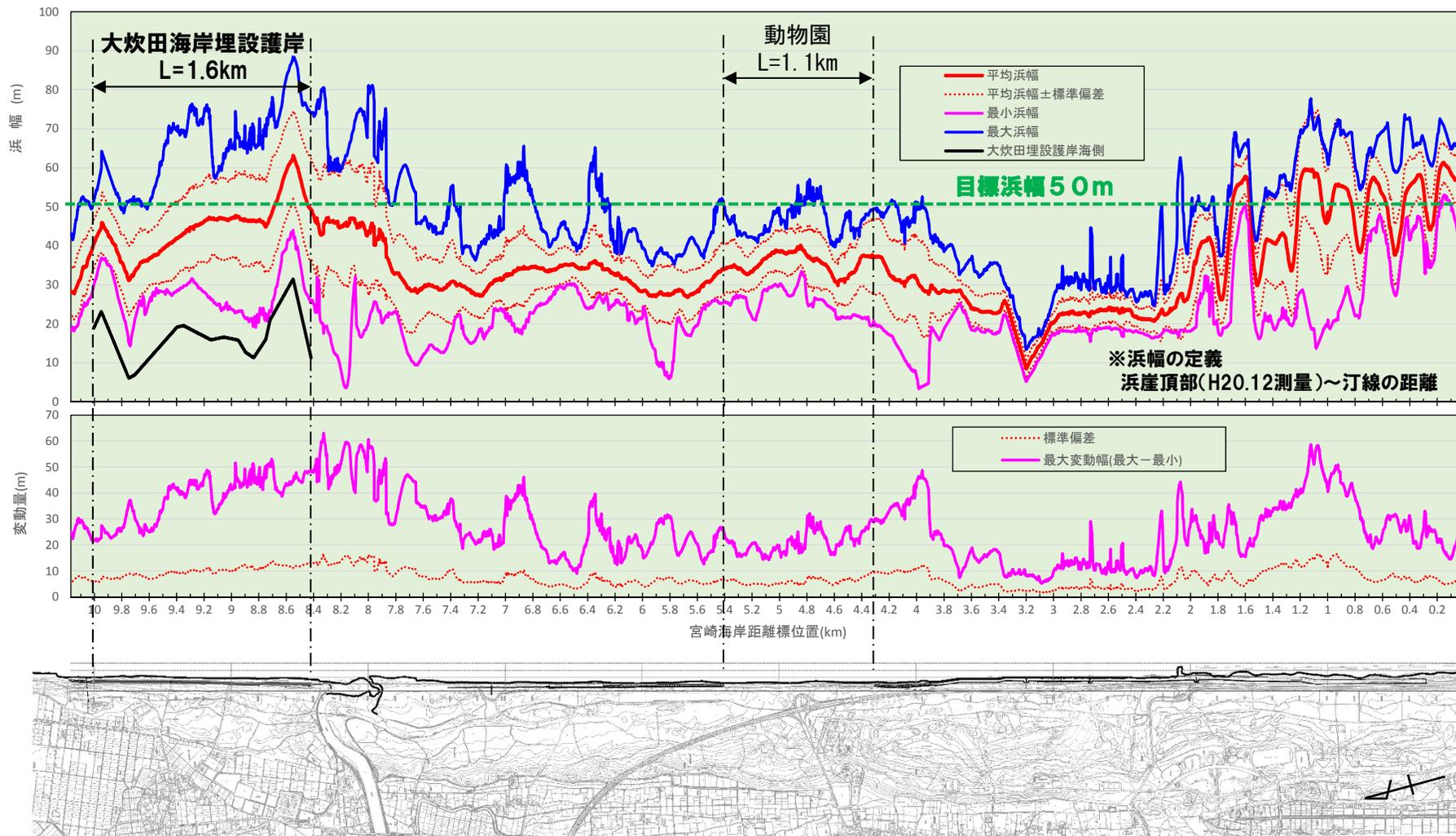
- ・大炊田海岸の南側に位置する石崎川河口からの出水状況を見ると、台風11号来襲時の出水がもっとも大きく、石崎橋(河口から2.5km地点)の水位は3mを超えている。台風8号、台風12号来襲時の水位は2m程度以下である。

石崎橋(水位)



③海浜地形の把握 a)浜幅変化

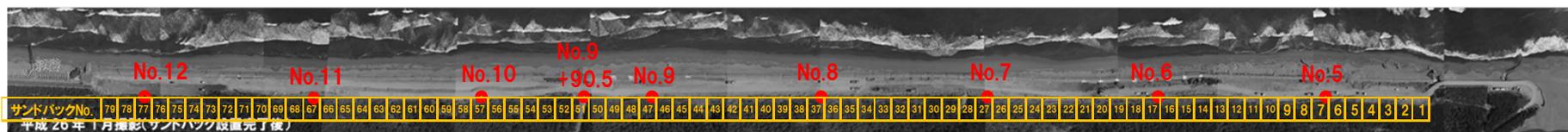
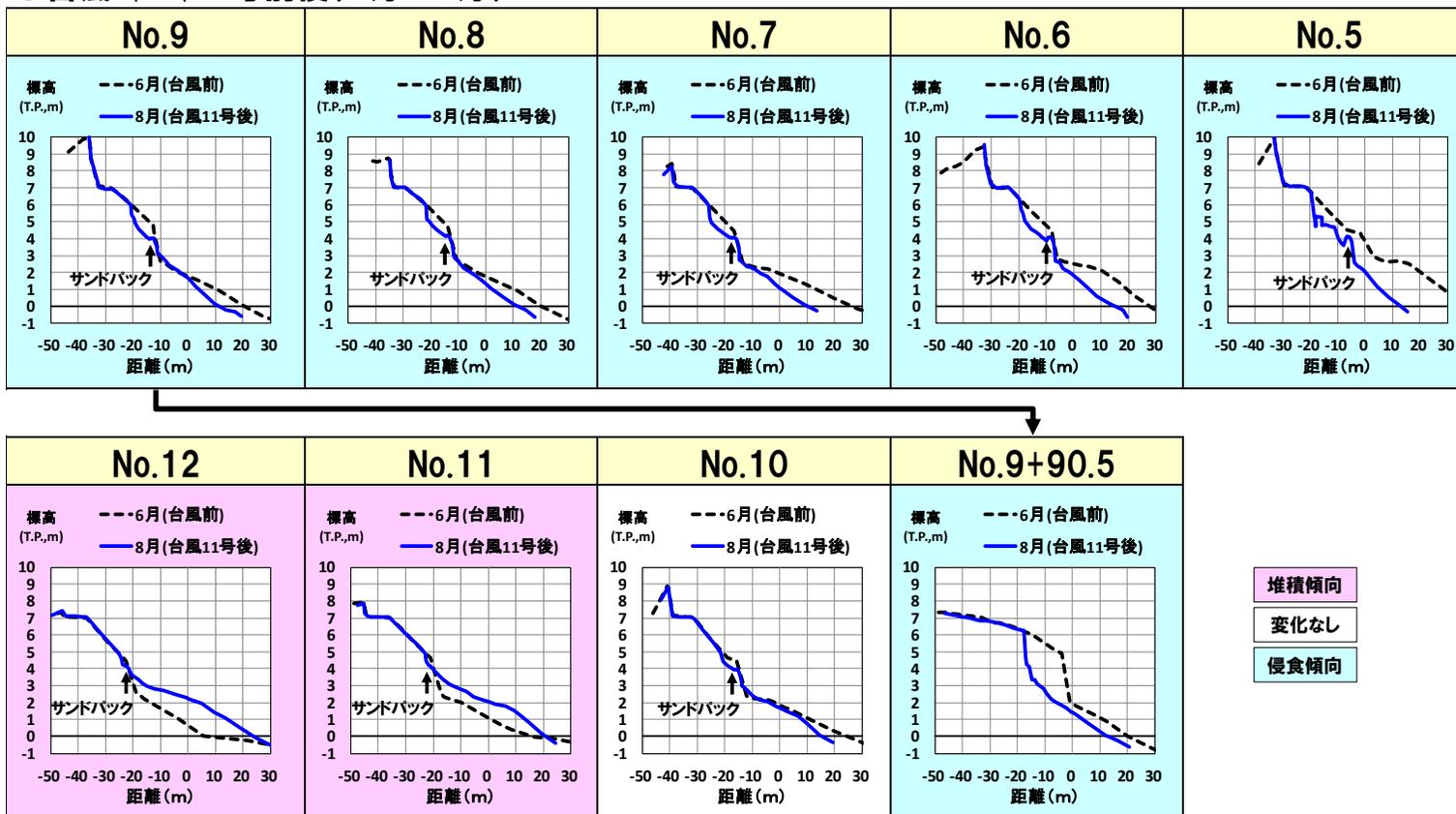
- ・大炊田海岸埋設護岸区間の浜幅は、埋設護岸施工時(2013年12月)で、平均38m、最小24mとなっている。変動幅は20m程度となっている。
- ・また、新たに埋設護岸を設置する予定の動物園東では、2013年12月時点で平均30m、最小21mとなっている。変動幅は15m程度となっている。



③海浜地形の把握 b)海浜横断地形変化

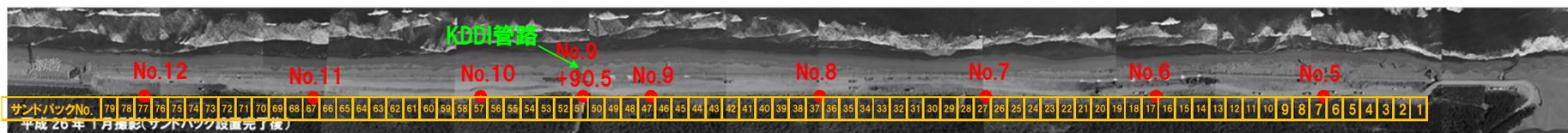
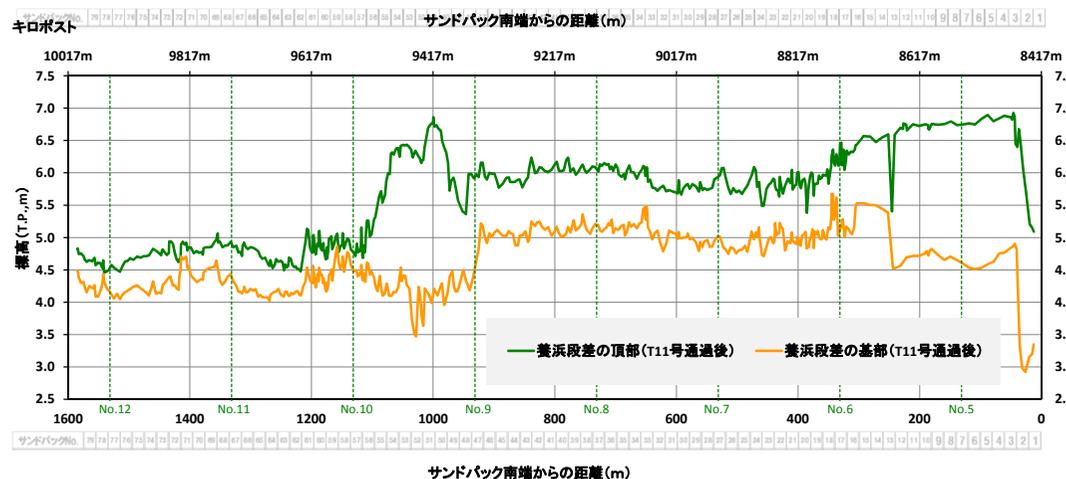
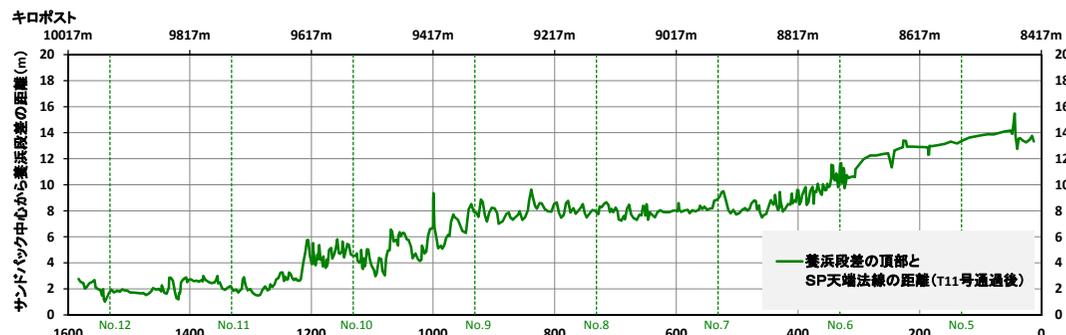
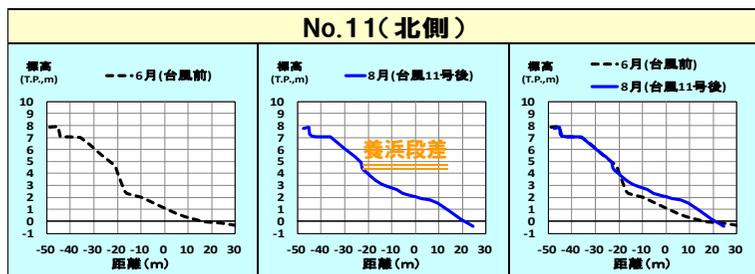
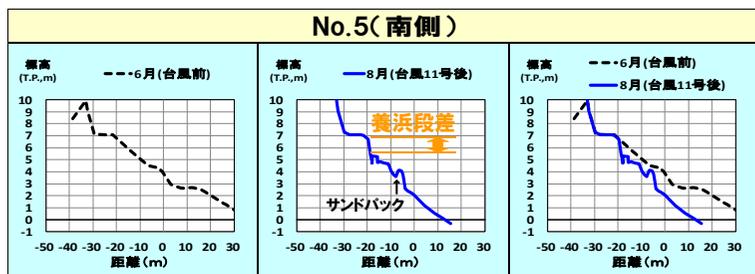
- ・台風8号、11号、12号来襲前の平成26年6月測量と比較すると、南側で侵食、北側で堆積となっている。
- ・南側のNo.5～No.9+90.5(KDDI管路付近)まで(下図中■)は海浜断面が大きく後退している。一方、北部のNo.11, 12(下図中■)は海浜断面が前進している。

●台風8,11,12号前後(6月～8月)



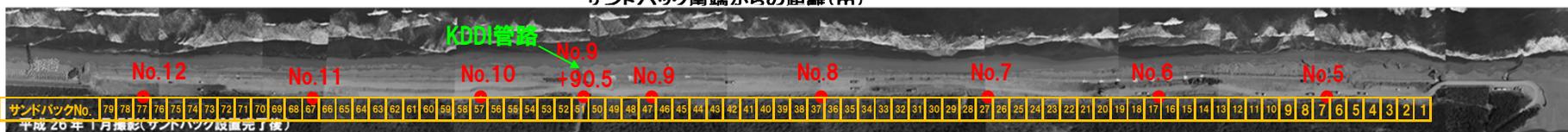
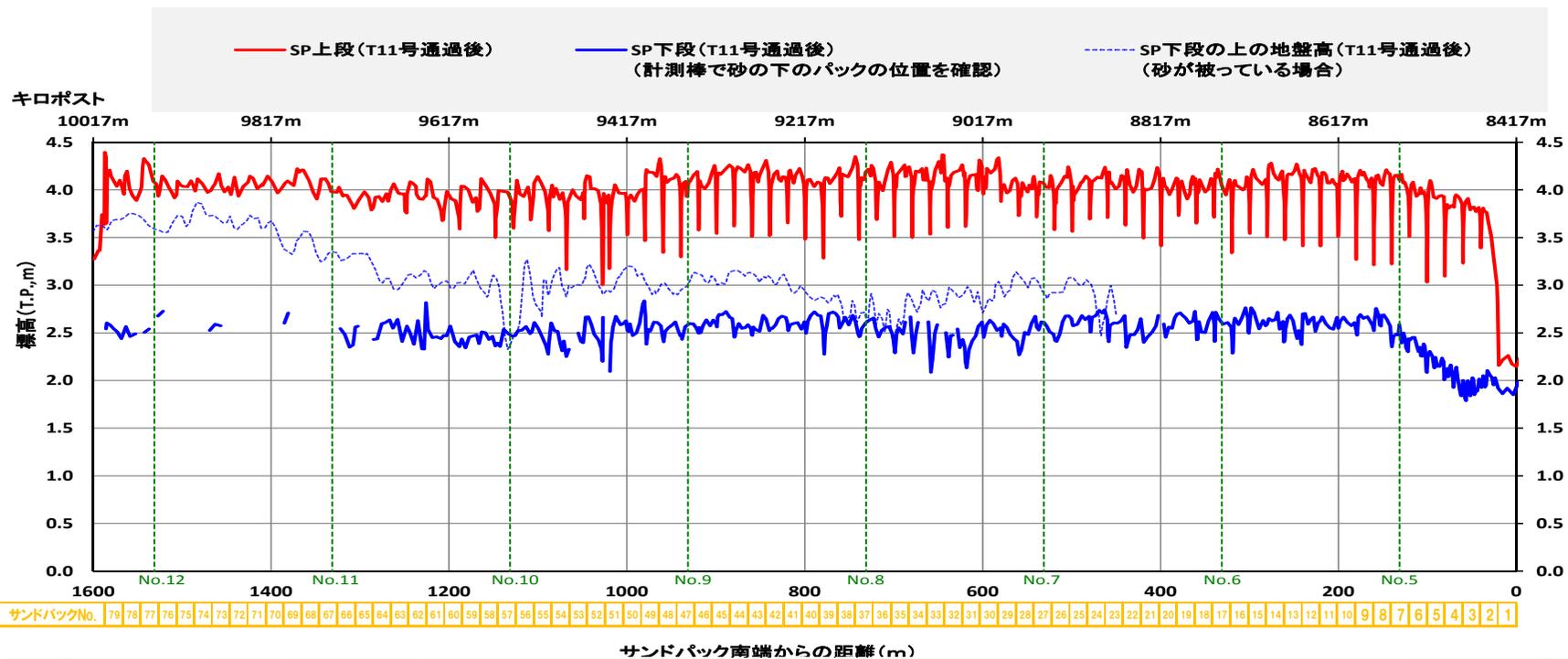
③海浜地形の把握 c)養浜段差

- ・来襲波浪や打ち上げ・越波状況の沿岸分布を把握するために養浜段差(基部, 頂部)の計測を実施した。
- ・台風11号通過後では、段差は南側ほど高く、北に行くに従い低くなり、最北端付近では段差は生じていない。
- ・なお、サンドバック南端からの距離1,000m付近は段差高さが高くなっているが、この箇所はKDDI管路付近の工所用坂路があり、養浜盛土が海側に張り出しているため、段差高さが大きくなっている。



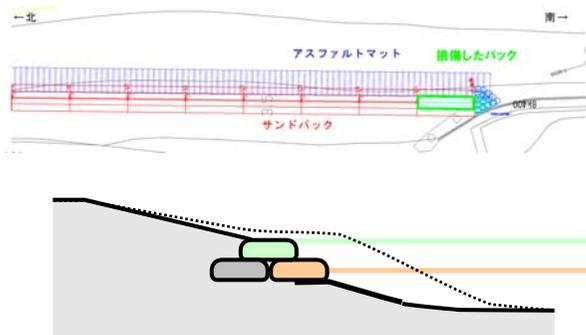
③海浜地形の把握 d)サンドバック天端高

- ・サンドバック周辺に空洞が生じていた場合、サンドバックが沈下する。このことからサンドバックの天端高を計測した。
- ・台風11号通過後では、サンドバックの天端高は南側約140m程度は沈下が見られるが、それ以北には、突き合せ部以外に上段・下段サンドバックともに目立った沈下は認められなかった。
- ・なお、サンドバック南端からの距離1,000m付近は一部低くなっているが、この箇所はKDDI管路付近の袋詰玉石工である。



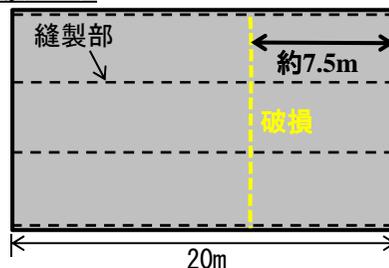
④サンドパックの損傷・変状 a)南端(SP1)

- 上段サンドパックの損傷
- 下段サンドパックの中詰め砂の流出・天端高の低下に伴い、上段サンドパックがねじれながら海側へ転落するとともに、本来天端に位置する充填口が袋材に作用する張力(袋体内圧)が高くなる側底面に移動した。
- 高波浪襲来により、充填口結束部にも高い内圧が作用し、充填口結束部のロープが外れ、充填口から中詰め材が流出したものと推測される。
- 下段サンドパックの損傷
- コンクリート破片の頂上部(コンクリート破片a等)の箇所周辺で縫製部の損傷が確認されていることを踏まえると、コンクリート破片周辺の下段サンドパック袋材には大きな張力が作用し、破損・中詰め砂が流出したことが考えられる

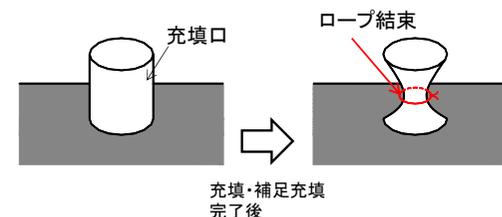
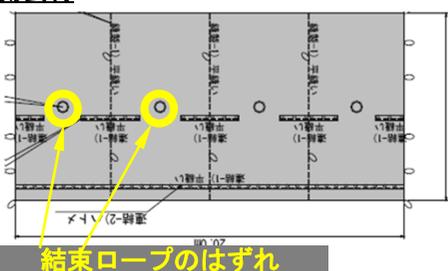


上段サンドパックの損傷状況

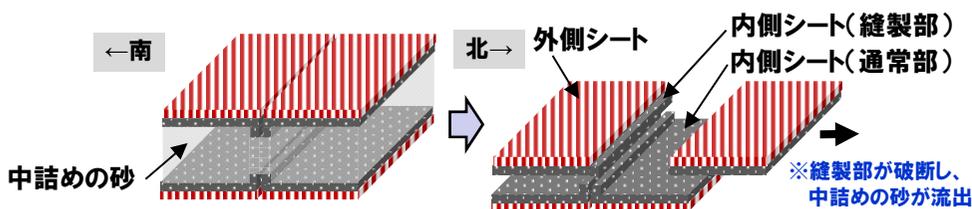
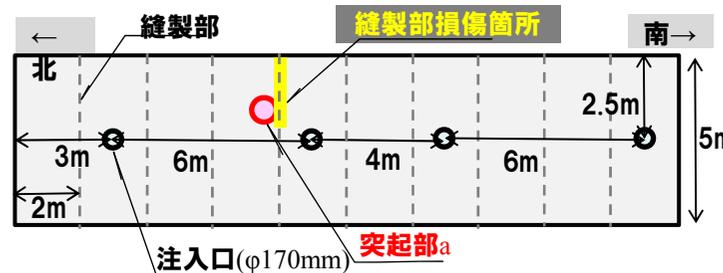
■外側シート



■内側袋材



下段サンドパックの損傷状況

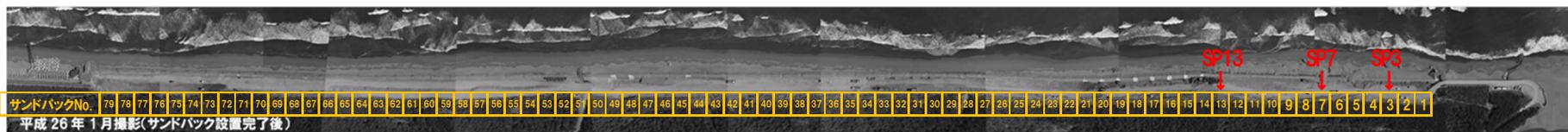


④サンドパックスの損傷・変状 b)南側 (SP3~7,13)

- ・変状箇所Dには12cm程度の破れが生じていた。
- ・変状箇所Cには穴はなく、表面起毛のすれのみであった。
- ・変状箇所Bには、7×9cm程度の穴が空いていた。
- ・上段サンドパックスには、通常部1箇所、突き合せ部2箇所で摩耗が生じていた(内側基布は健全)。

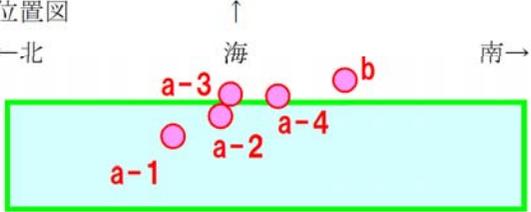
上段	SP6	SP4	SP3
状況			
下段	SP13	SP7	SP5
状況	  	  	  

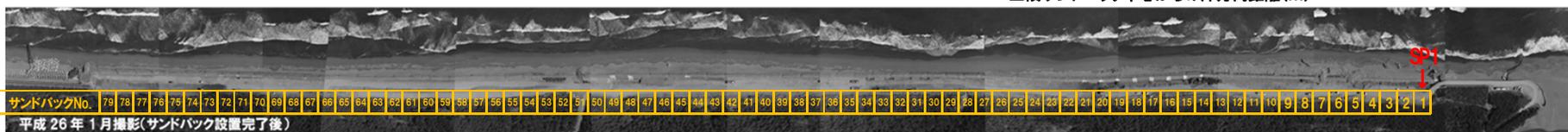
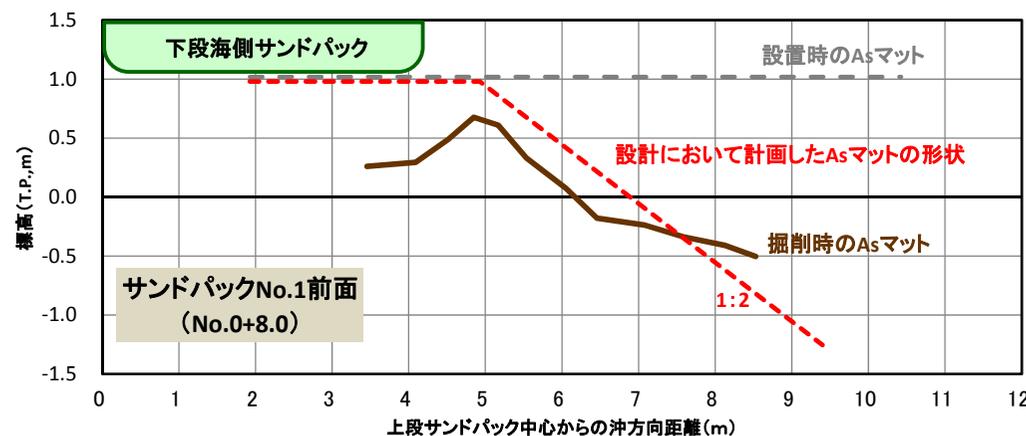
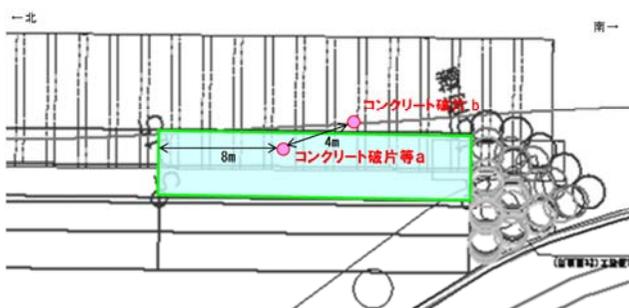
平成26年8月撮影



⑤アスファルトマットの変状 a)南端(SP1)

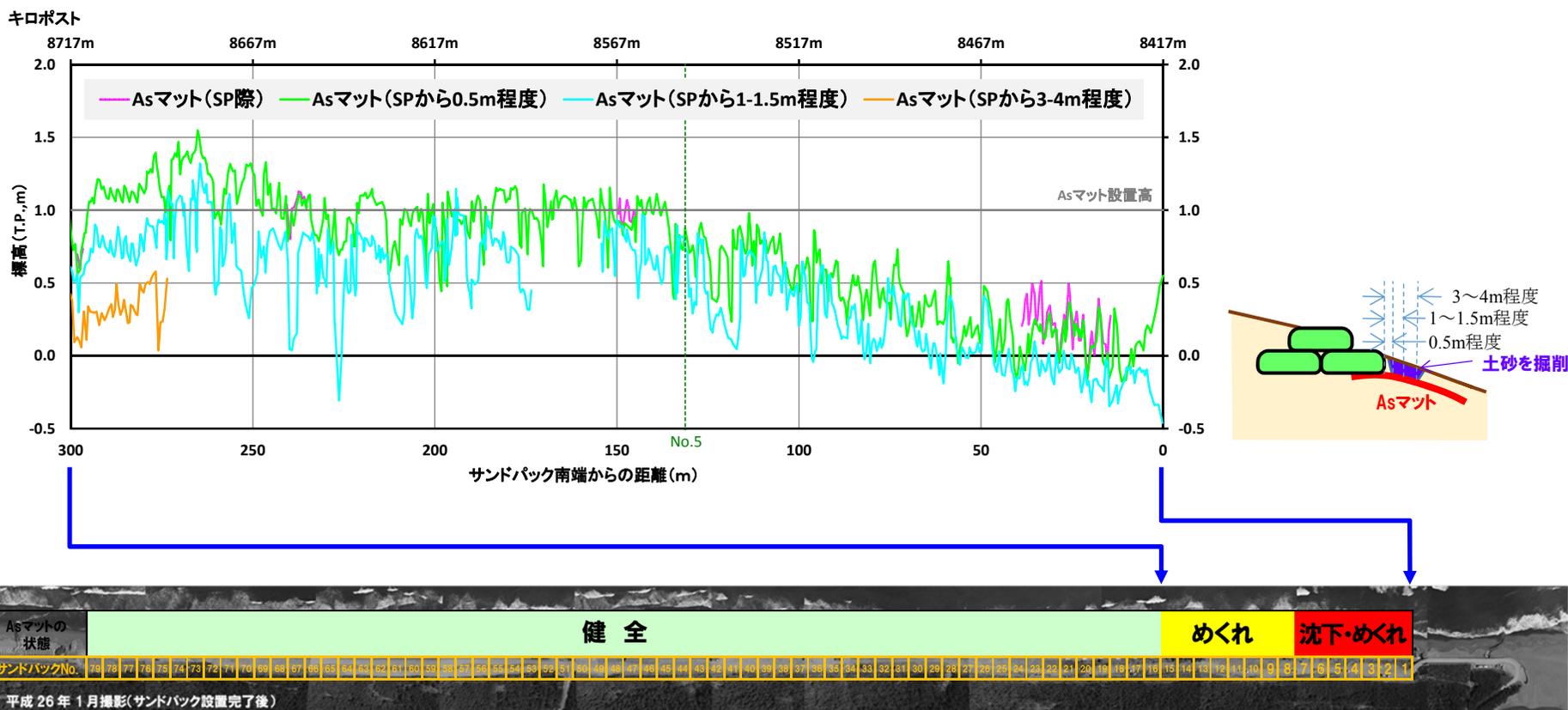
- ・アスファルトマット上からマット下に突起部があることが想定されたため、マットを裁断し、位置・標高を計測した。また、アスファルトマット基部の位置・標高を計測した。
- ・突起部aのアスファルトマット下からは、コンクリート破片3個(最大長1.2m, 0.8m, 1.0m)、自然石1個(最大長0.6m)が確認された。また、突起部bからは、コンクリート破片1個(最大長0.8m)が確認された。
- ・コンクリート破片等の標高はT.P.+0.5~0.7m程度であり、アスファルトマットの計画高T.P.+1.0mよりも下に位置していた。

<p><u>コンクリート破片等 a-1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 1.2m 	<p><u>コンクリート破片等 a-2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 0.8m 	<p><u>コンクリート破片等 a-3</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然石 ・最大長 0.6m 	<p><u>コンクリート破片等 a-4</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 1.0m 
<p><u>コンクリート破片 b</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 0.8m 		<p>位置図</p>  <p>※a-2,a-3,a-4の位置はマット裁断時に移動している可能性がある</p>	



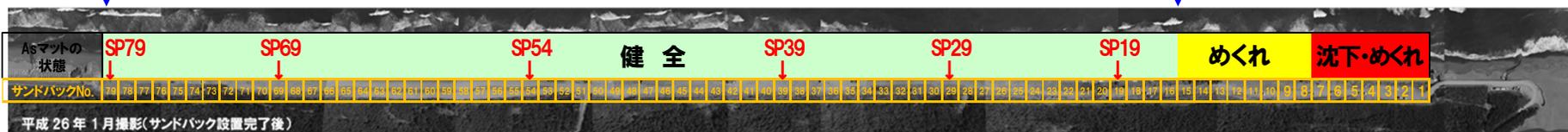
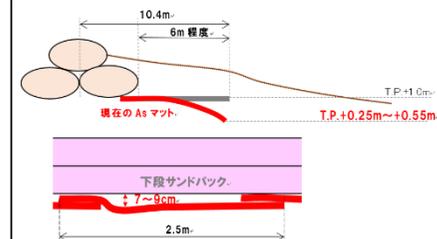
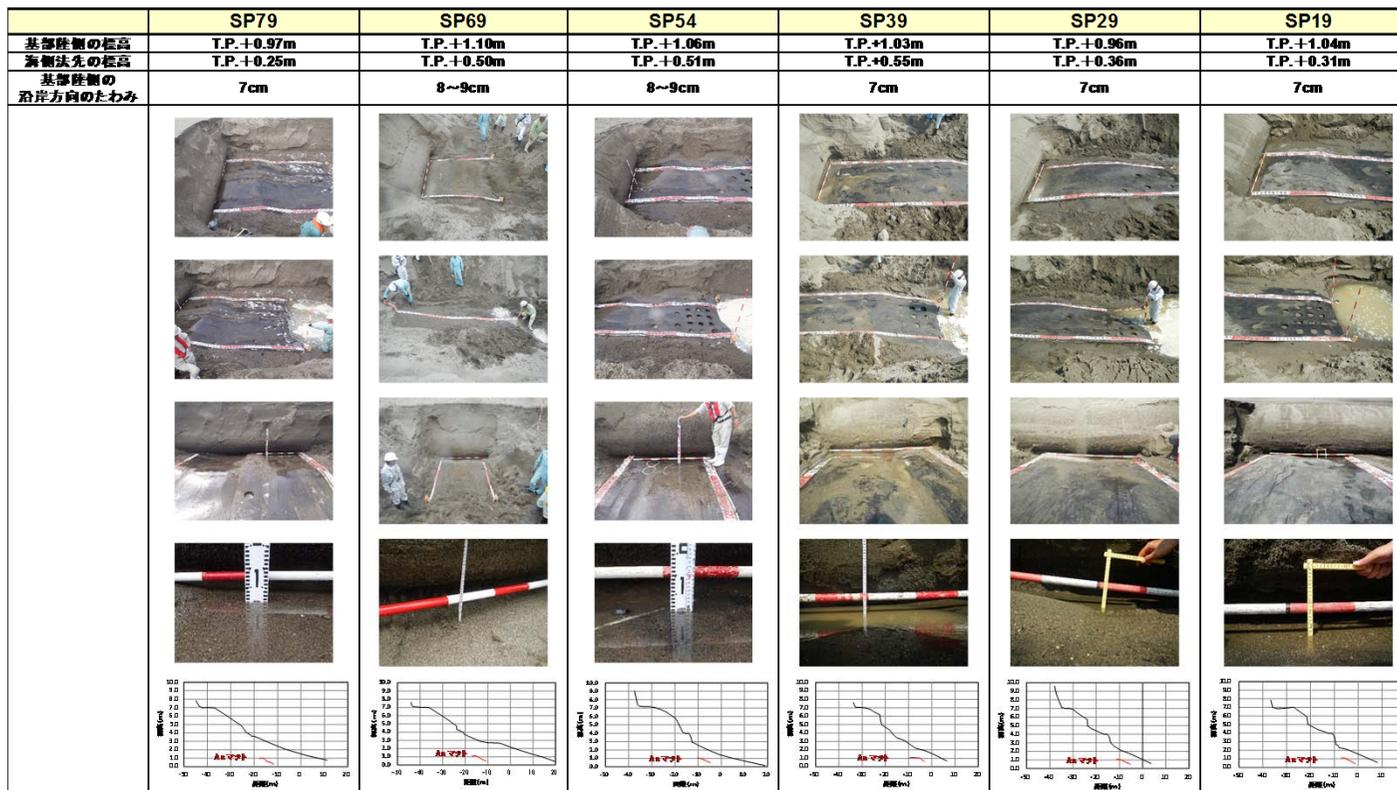
⑤アスファルトマットの変状 b)南側300m区間

- ・南側300m区間のうち、健全なマットは北部ほど多く見られ、サンドバックSP15については、ほぼ健全であった。
- ・アスファルトマットの地盤高も北部ほど高く、南部ほど低い傾向が見られた。
- ・また、サンドバックSP1についても、撓みこみやコンクリート破片等の大きな不陸は見られたものの、めくれ、ちぎれ等はみられなかった。



⑤アスファルトマットの変状 c)北側1,300m区間

・北側1,300m区間については、代表6箇所の試掘を行い、アスファルトマットが健全であることを確認した。

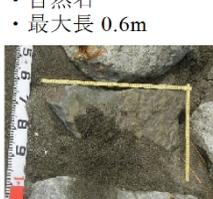
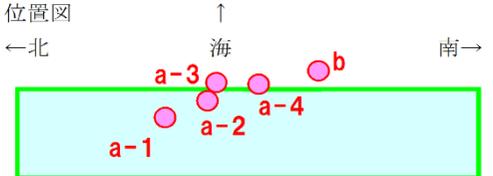


2) 埋設護岸の変状原因の推定

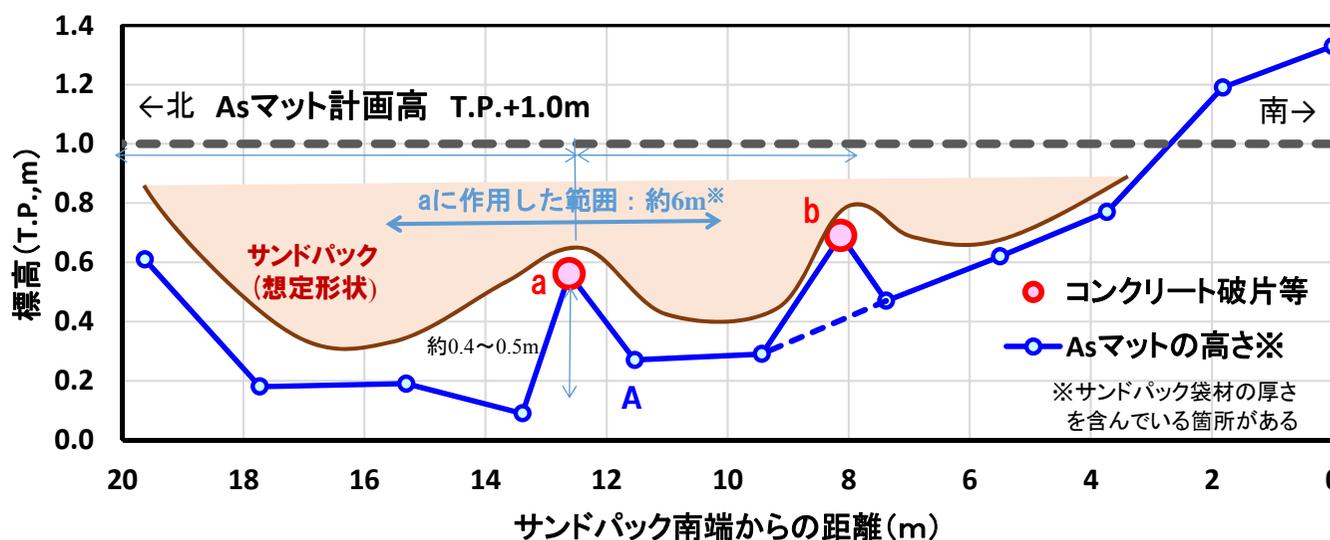
①サンドバックの変状原因の推定 a) 南端 (SP1) (1/2)

- ・アスファルトマットの下にコンクリート破片等があるような形状変化が見られたため、アスファルトマットを裁断し、マット下を確認したところ、コンクリート破片4個、自然石1個を確認した。
- ・このうちコンクリート破片3個、自然石1個については、サンドバックの下に埋もれていたことから、サンドバックの不等沈下が生じたと考えられる。
- ・コンクリート破片の頂上部(コンクリート破片a等)の標高はT.P.+0.6m程度であるが、周辺の地盤高はT.P.+0.1~0.2mであり、0.4~0.5m程度の高低差が生じていたことになる。

アスファルトマットの下に埋設されていたコンクリート破片の状況

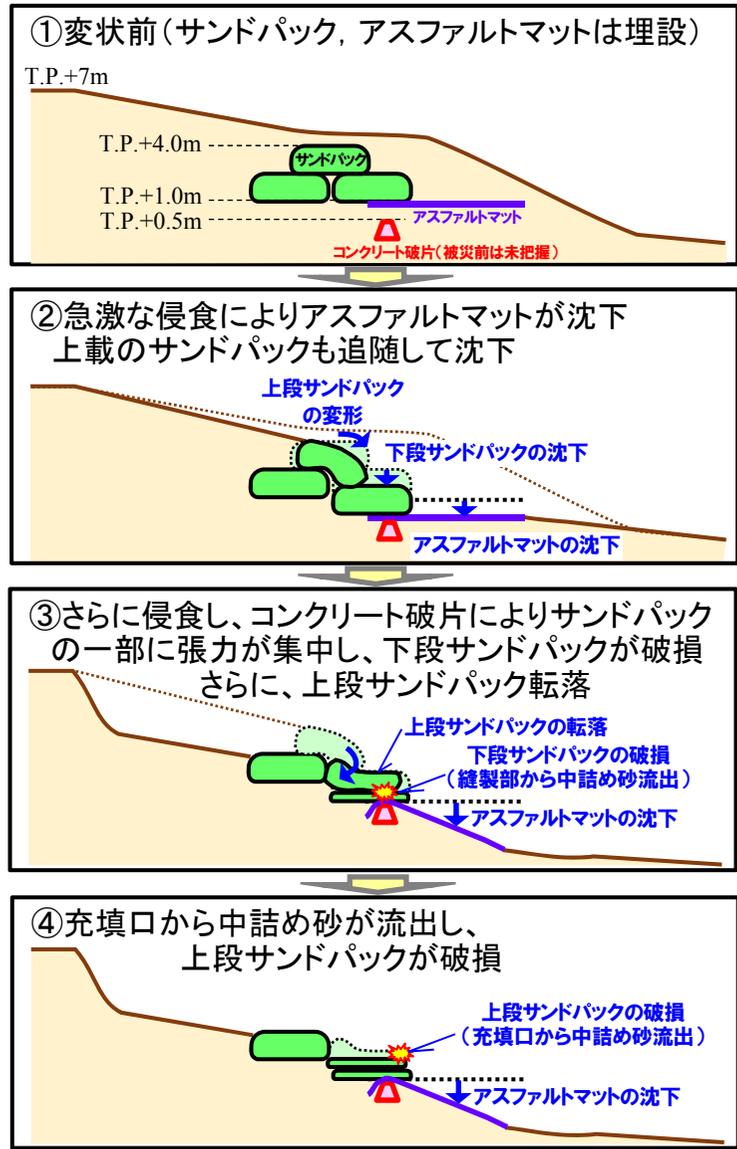
<p>コンクリート破片等 a-1</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 1.2m 	<p>コンクリート破片等 a-2</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 0.8m 	<p>コンクリート破片等 a-3</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然石 ・最大長 0.6m 	<p>コンクリート破片等 a-4</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 1.0m 
<p>コンクリート破片 b</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート破片 ・最大長 0.8m 	<p>位置図</p>  <p>※a-2,a-3,a-4の位置はマット裁断時に移動している可能性がある</p>		

コンクリート破片等と地盤高及びサンドバックの位置関係



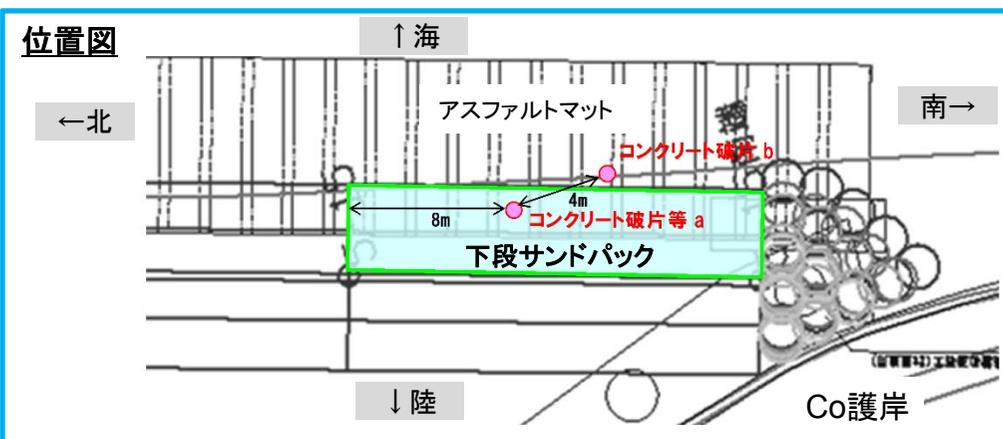
①サンドバックの変状原因の推定 a)南端(SP1)(2/2)

推定メカニズムのイメージ

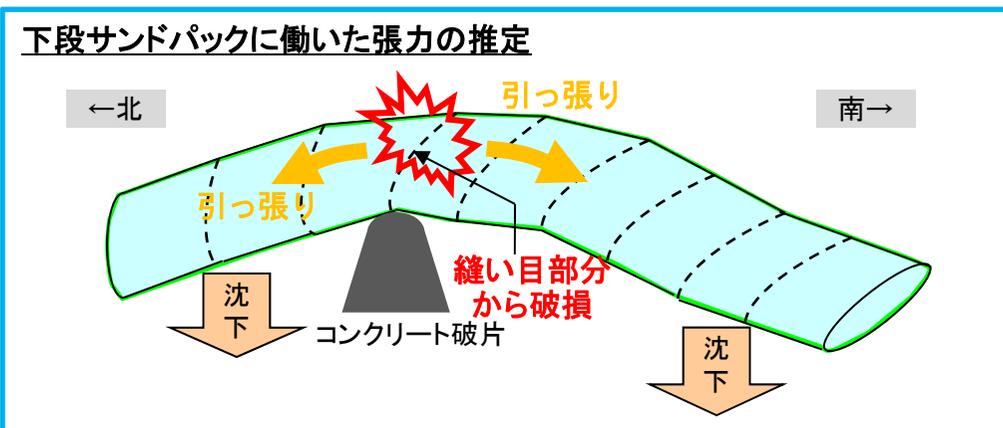


- ・沿岸漂砂の不均衡やコンクリート護岸による漂砂阻害等の複合的要因により、サンドバック前面海域が侵食。
- ・アスファルトマット、サンドバックが全体的に沈下したが、マット下にコンクリート破片等があったため、不等沈下が顕著となり、サンドバック袋材の強度を上回る張力が袋材にかかったことにより、袋材が損傷したと考えられる。

位置図



下段サンドバックに働いた張力の推定



①サンドパックの変状原因の推定 b) 南側 (SP3~7,13)

・アスファルトマットのめくれが繰り返し生じることにより、マットの一部は破断し、マット内の番線(φ6mm)が飛び出した。この飛び出した番線がサンドパックに突き刺さり、サンドパックを損傷した可能性が考えられる。

上段	SP6	SP4	SP3
状況			
下段	SP13	SP7	SP5
状況			

平成26年8月撮影

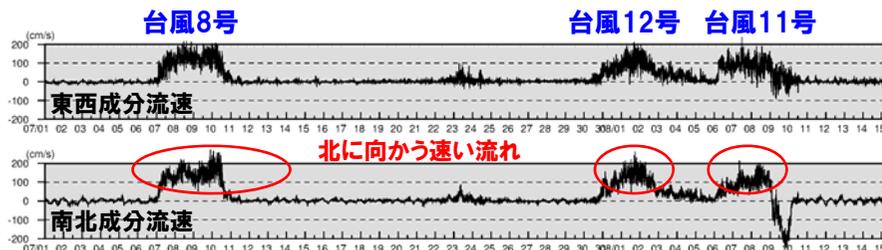
上段	SP6	SP4	SP3
原因	<p>不明</p> <ul style="list-style-type: none"> 前面ではAsマットのめくれが生じており、このマットが袋材を摩耗させた可能性がある。 	<p>不明</p> <ul style="list-style-type: none"> 前面ではAsマットのめくれが生じており、このマットが袋材を摩耗させた可能性がある。 	<p>不明</p> <ul style="list-style-type: none"> 前面ではAsマットのめくれが生じており、このマットが袋材を摩耗させた可能性がある。
	<p>Asマットによる上段サンドパックを損傷させる可能性について</p> <ul style="list-style-type: none"> アスファルトマットの全長は8.5mであり、基部2mはサンドパック下にある。張り出し部6.5mがめくれた場合には、上段サンドパックに届く可能性がある。 		
下段	SP13	SP7	SP5
原因	<p>Asマットの番線</p> <ul style="list-style-type: none"> 前面に飛び出した番線が確認されたため、この番線による損傷の可能性が高い <p style="color: red;">損傷箇所</p>	<p>Asマットの衝突</p> <ul style="list-style-type: none"> 起毛のこすれのみであり、なんらかの物質が衝突したことが想定される。 前面のAsマットは破断が生じており、この破片が追突した可能性がある。 	<p>不明</p> <ul style="list-style-type: none"> 前面ではAsマットのめくれが生じており、番線が飛び出していることも考えられる。

②アスファルトマットの変状原因の推定(1/2)

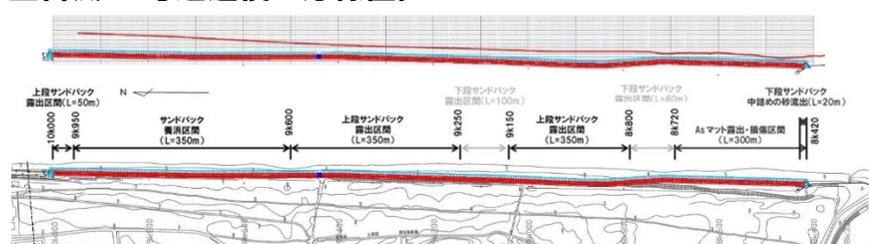
・アスファルトマットの変状は、下記のように進行したと推定される。

- ①台風8号, 12号, 11号(初期)により連続した北向きの速い流れが卓越し、土砂移動が活発化
- ②河口砂州の発達等による沿岸漂砂の不均衡により下段サンドバック前面が広範囲に侵食、アスファルトマットが追隨して沈下
- ③台風11号による波高の増大に伴い、入・反射波の重複波の発生や越波水の戻り流れが発生

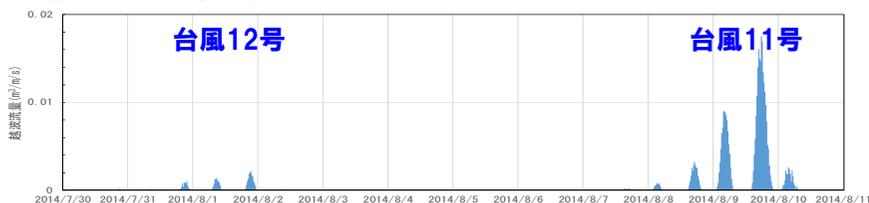
■流速の経時変化(台風8号～11号)



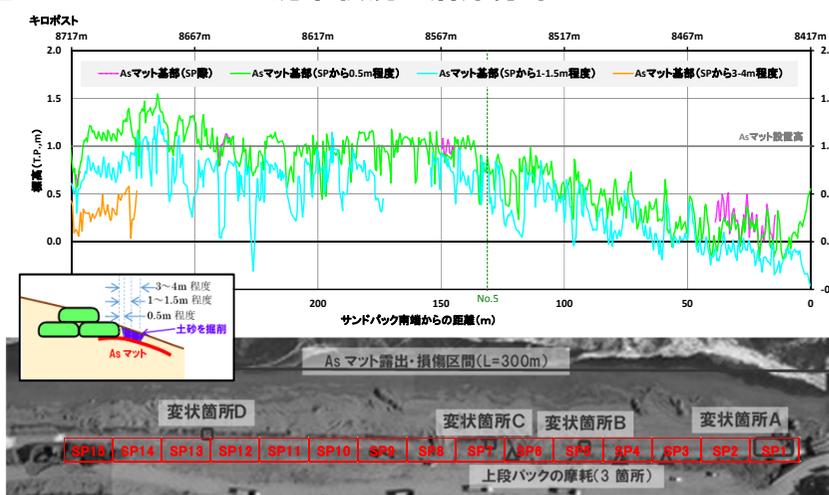
■台風11号通過後の汀線位置



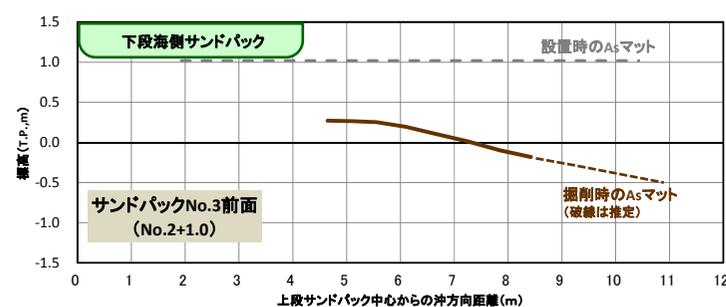
■越波量の試算結果



■アスファルトマットの沈下状況の沿岸分布



■アスファルトマットの沈下状況の岸沖分布



■アスファルトマットの露出状況



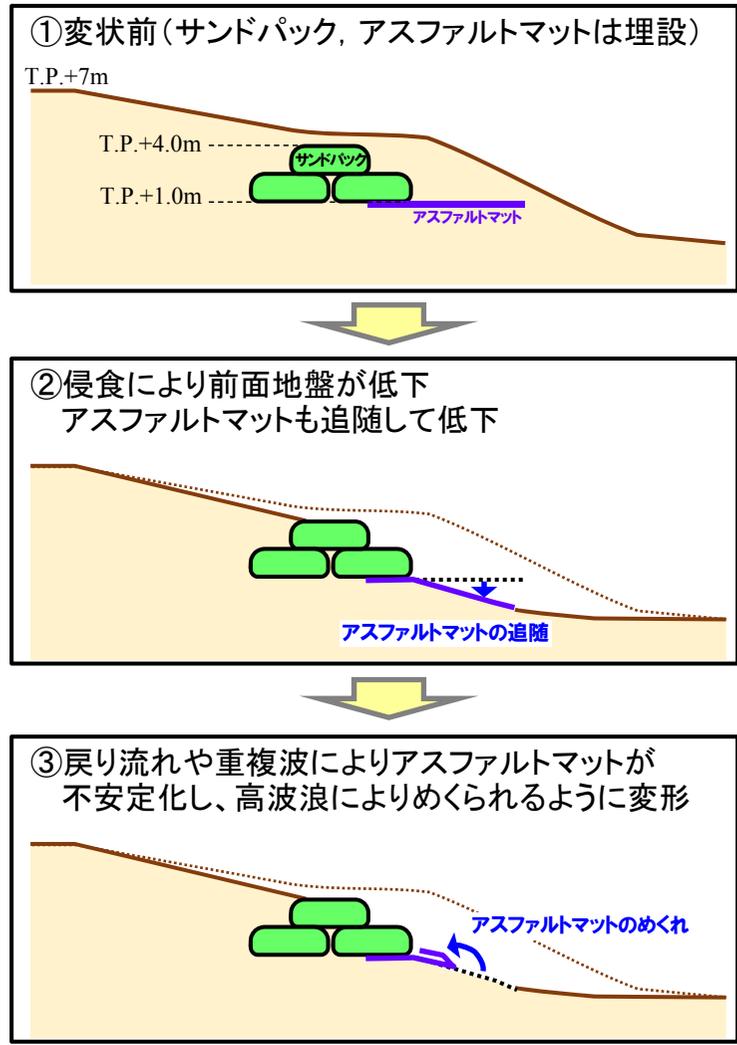
■越波・引き波状況



8月9日
18時頃

②アスファルトマットの変状原因の推定(2/2)

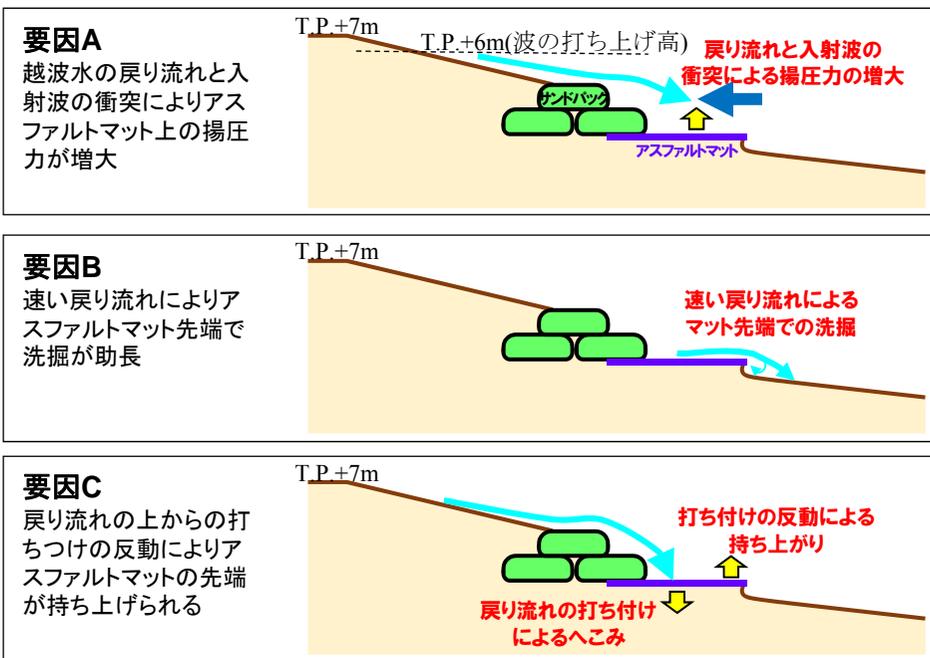
推定メカニズムのイメージ



・沿岸漂砂の不均衡によるサンドパック前面海域の侵食が生じるとともに、重複波や越波水による戻り流れと遡上流れの衝突等により、アスファルトマットが不安定となり、高波浪によりめくれたと推定される。

アスファルトマットが不安定化した要因

・下図に示す要因A～Cが複合して作用し、アスファルトマットがめくれやすくなったと考えられる。

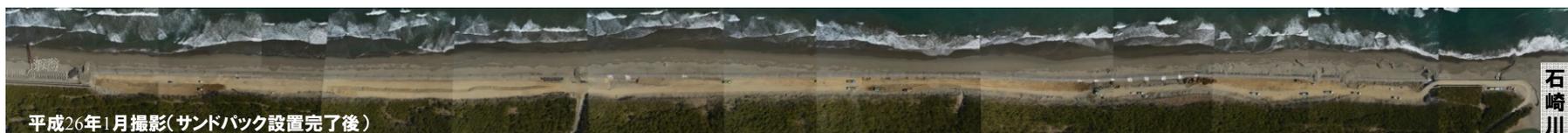


(2)第10回技術分科会以降の 埋設護岸の変状と原因の推定

1) 埋設護岸の調査結果

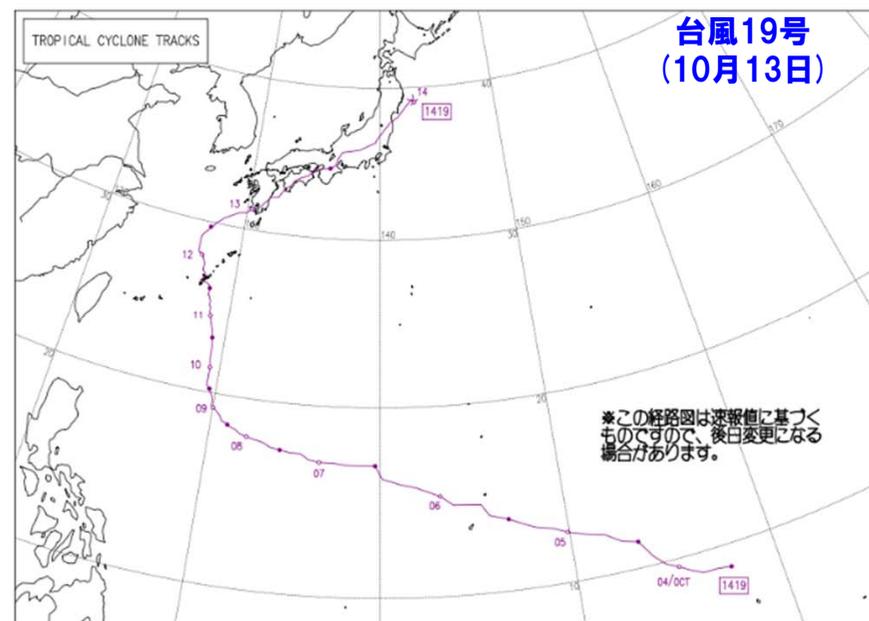
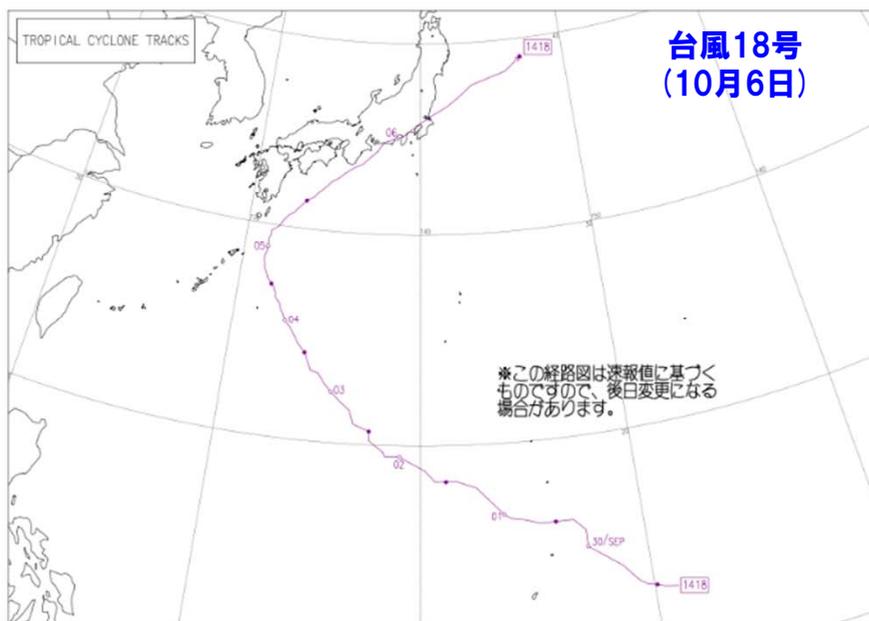
①台風19号(10月13日通過)通過後の変状

- ・平成26年10月14日に、南部(サンドバックSP16~20)にアスファルトマットのめくれ・ちぎれ・番線の飛び出しが確認された。また、北端でもアスファルトマットのめくれ・ちぎれ・番線の飛び出しが確認されるとともに、広範囲でアスファルトマットの不等沈下が確認された。
- ・また、SP14付近で下段海側サンドバックの変形が見られるとともに、上段サンドバックも追随するように変形した。
- ・10月16日には、サンドバックSP62・63において下段海側サンドバックの大きな変形が生じるとともに、上段サンドバックも追随するように変形した。さらに背後養浜盛土では、クラックが確認され、凹んでいた。
- ・さらに、10月27日には、サンドバックSP10~18(計9袋)において、下段海側サンドバックの沈下(もしくは中詰め砂の流出)、上段サンドバックの海側への転倒・変形(計9袋)が生じるとともに、下段陸側サンドバックにも5袋(SP11,13,14,16,17)に変状が生じている。
- ・ただし、上記変状区間を含む埋設護岸設置の全区間(L=1580m)において浜崖後退が生じた箇所はなく、埋設護岸の機能は満たしていた。



②外力の把握 a)台風の来襲状況

- ・第10回技術分科会(9月26日開催)後の10月に、2つの台風(台風18号、19号)が来襲した。
- ・台風18号は宮崎海岸の東海上を通過し、19号は宮崎海岸を西から東に横断するように通過した。
- ・台風18号と19号は1週間程度の間隔で宮崎海岸周辺を通過している。



②外力の把握 b)波浪警報の発表状況

- ・波浪警報の過去の発表状況を見ると、夏季・秋季の7～10月が多く、最も多いのは10月である。
- ・年変動が大きく、平成26年は過去7年間で最も波浪警報の発表時間が長くなっている。

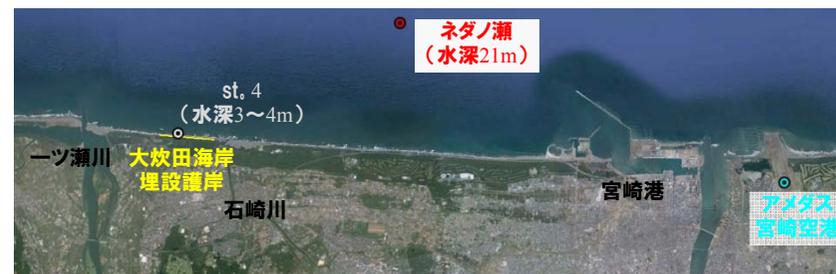
■宮崎地区の波浪警報の発表状況

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	年間合計
H20						T13		12時間/年
H21							T18	40時間/年
H22							T14	25時間/年
H23		T2		T6		T12 T15		103時間/年
H24			T4		T10 T15	T16		124時間/年
H25								42時間/年
H26						T12 T11	T18 T19	173時間/年
月平均時間	2時間/月	4時間/月	2時間/月	11時間/月	18時間/月	13時間/月	24時間/月	
月平均回数	0.1回/月	0.3回/月	0.1回/月	0.3回/月	0.6回/月	0.9回/月	0.9回/月	

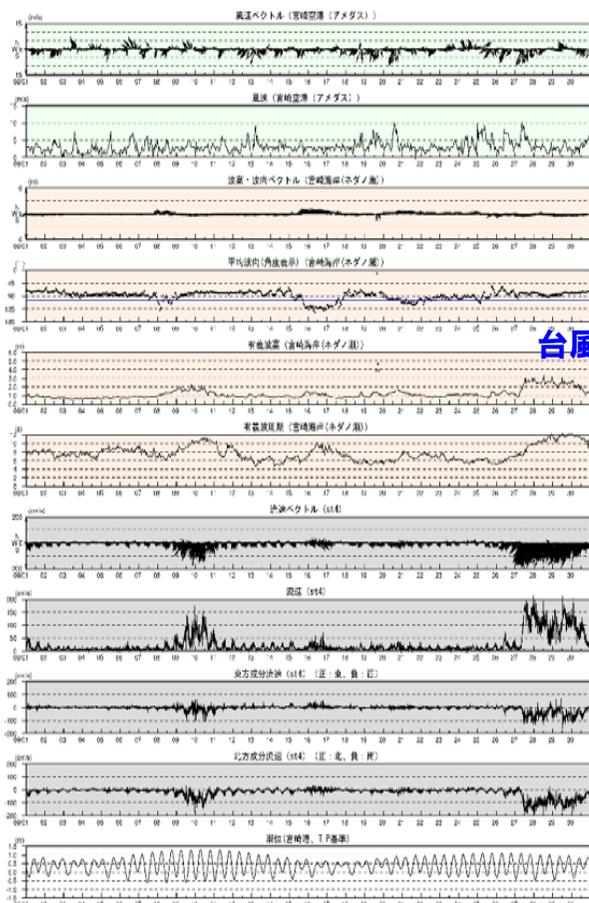
※H20～H26では、1～3月、11月、12月には波浪警報は発表されていない

②外力の把握 c)波浪・潮位・風の概要(1/2)

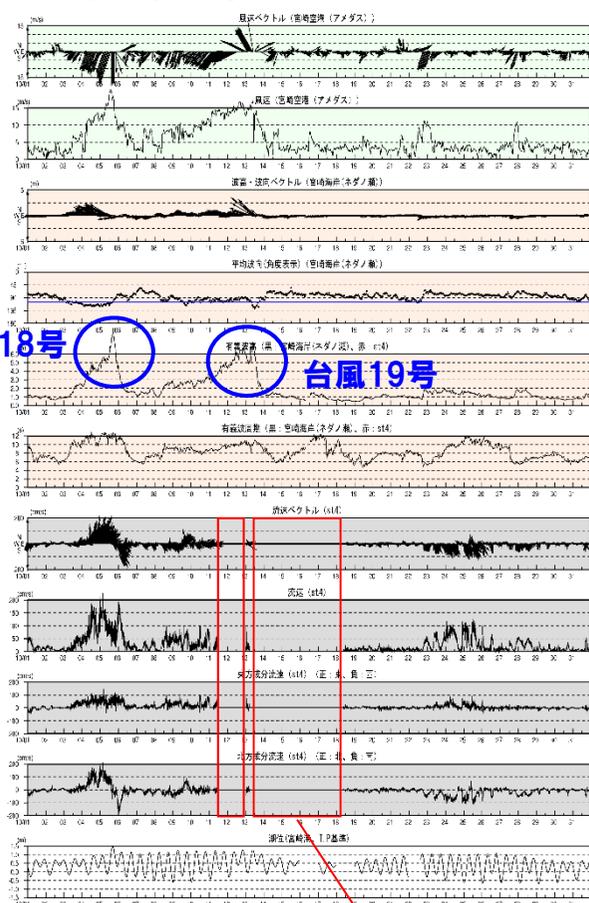
- ・台風18号では有義波高(ネダノ瀬)では最大有義波高8.83m、台風19号では7.38mであった。
- ・大炊田海岸前面(st4)では、台風18号において最大流速200cm/s程度以上の速い流れが観測されている。なお、台風19号来襲時には計器が埋没していたと推定され、欠測となっている。



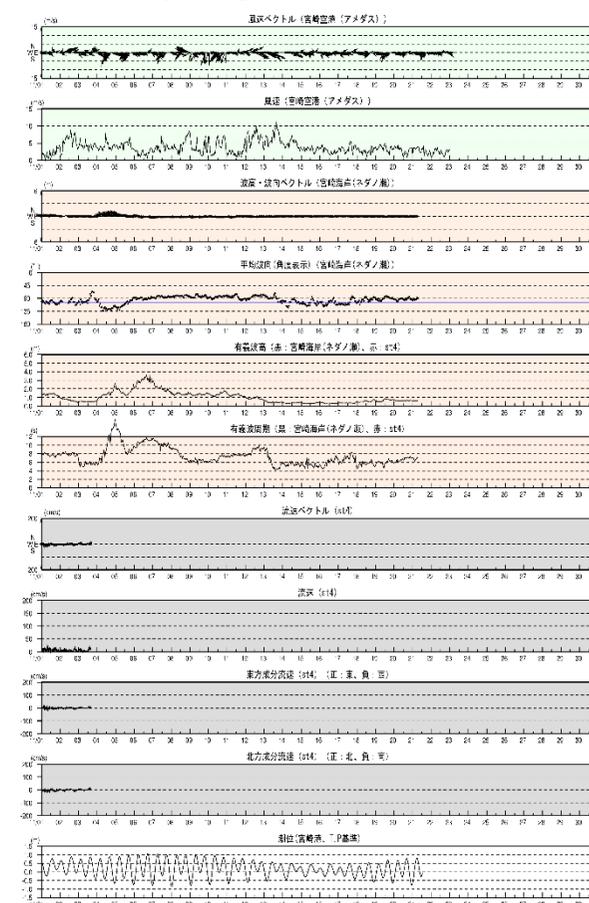
平成26年9月



平成26年10月



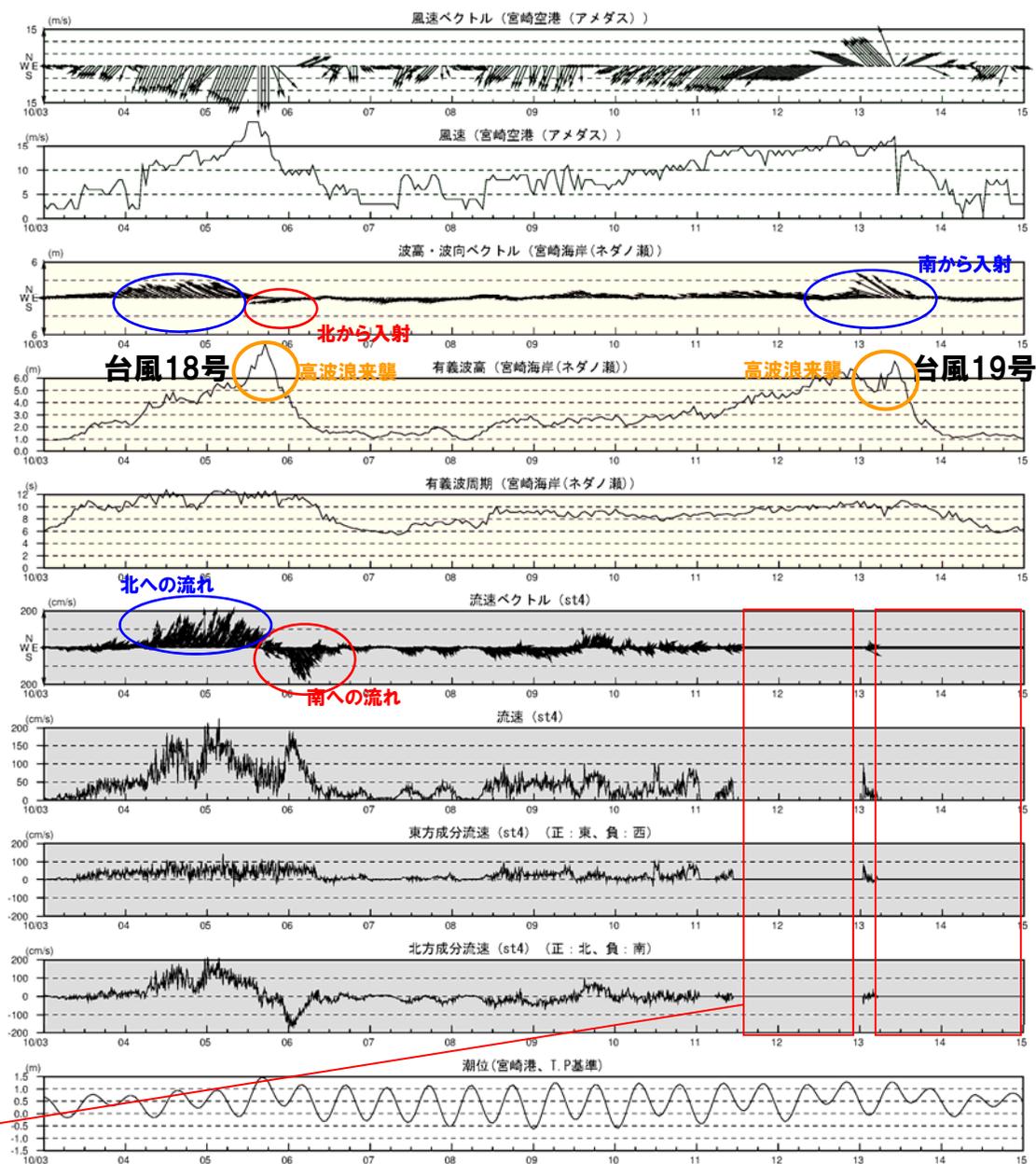
平成26年11月



観測機器埋没による欠測 (時系列から判断)

②外力の把握 c)波浪・潮位・風の概要(2/2)

- ・台風18号来襲・通過時は、大炊田海岸前面のst4で北向きの速い流れ(100cm/s以上)が継続しているが、波高ピーク付近より傾向が逆転し、波は北から入射し、流れは南向きへと変化している。このような波向・流向の変化は、台風11号通過時と類似している。
- ・台風19号来襲・通過時は大炊田海岸前面の流向・流速は欠側であるが、ネダノ瀬の波向が南から入射し、通過後も変化していないことから、台風12号通過時と類似していることが推察される。
- ・台風通過前後で波向が変化する現象は、台風が宮崎海岸沖合を通過する場合に生じていると考えられる。

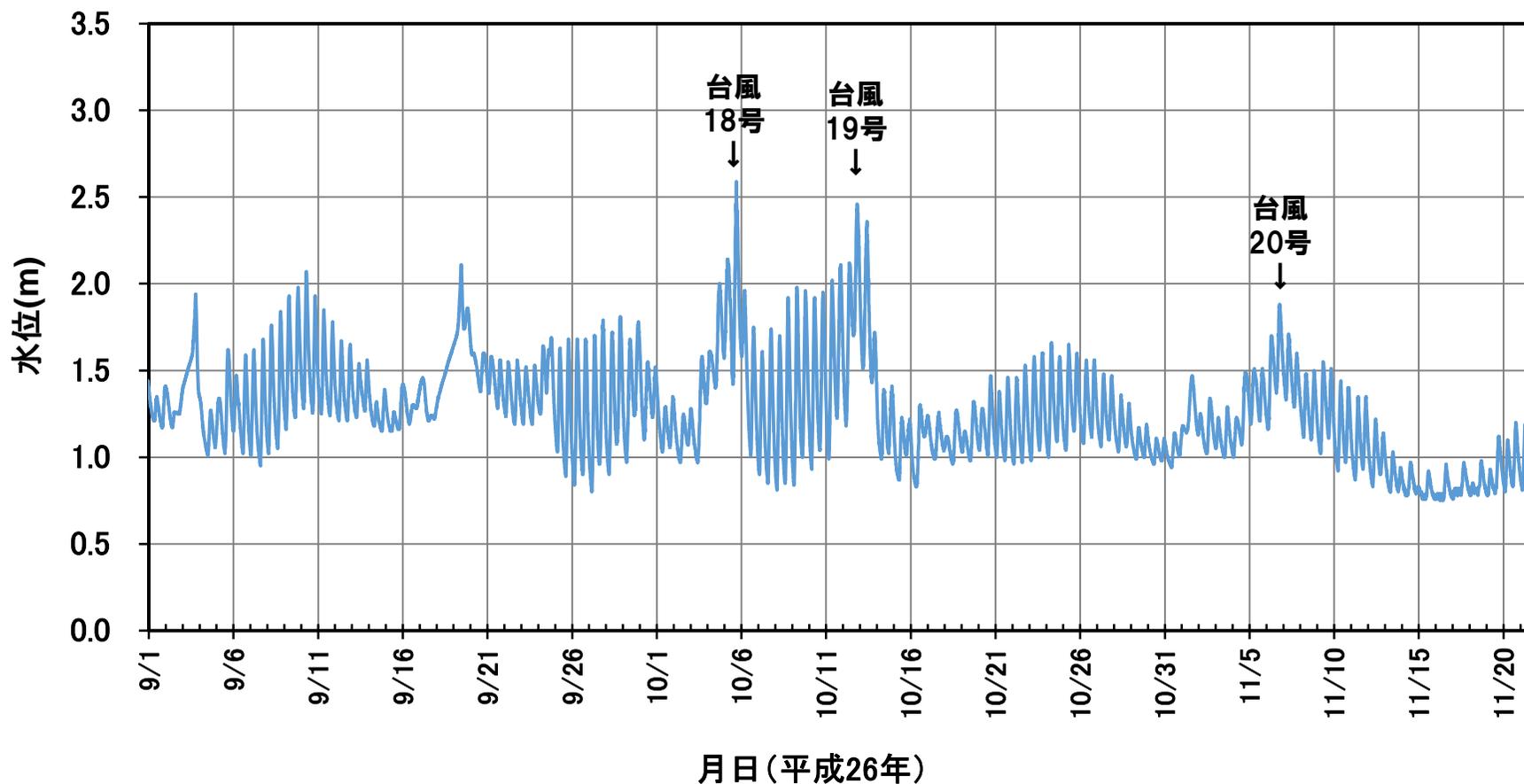


観測機器埋没による欠測
(時系列から判断)

②外力の把握 d)石崎川からの出水の概要

- ・大炊田海岸の南側に位置する石崎川河口からの出水状況を見ると、台風18号、19号来襲時には、石崎橋(河口から2.5km地点)の水位は2.5m程度となっている。

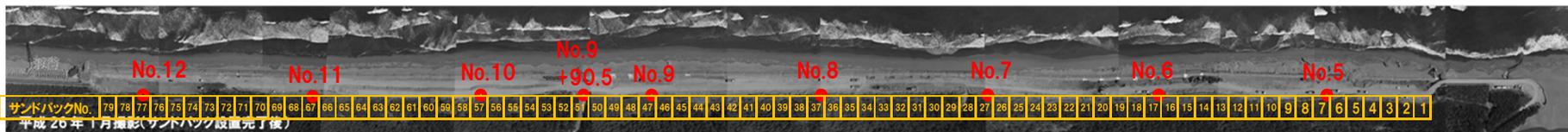
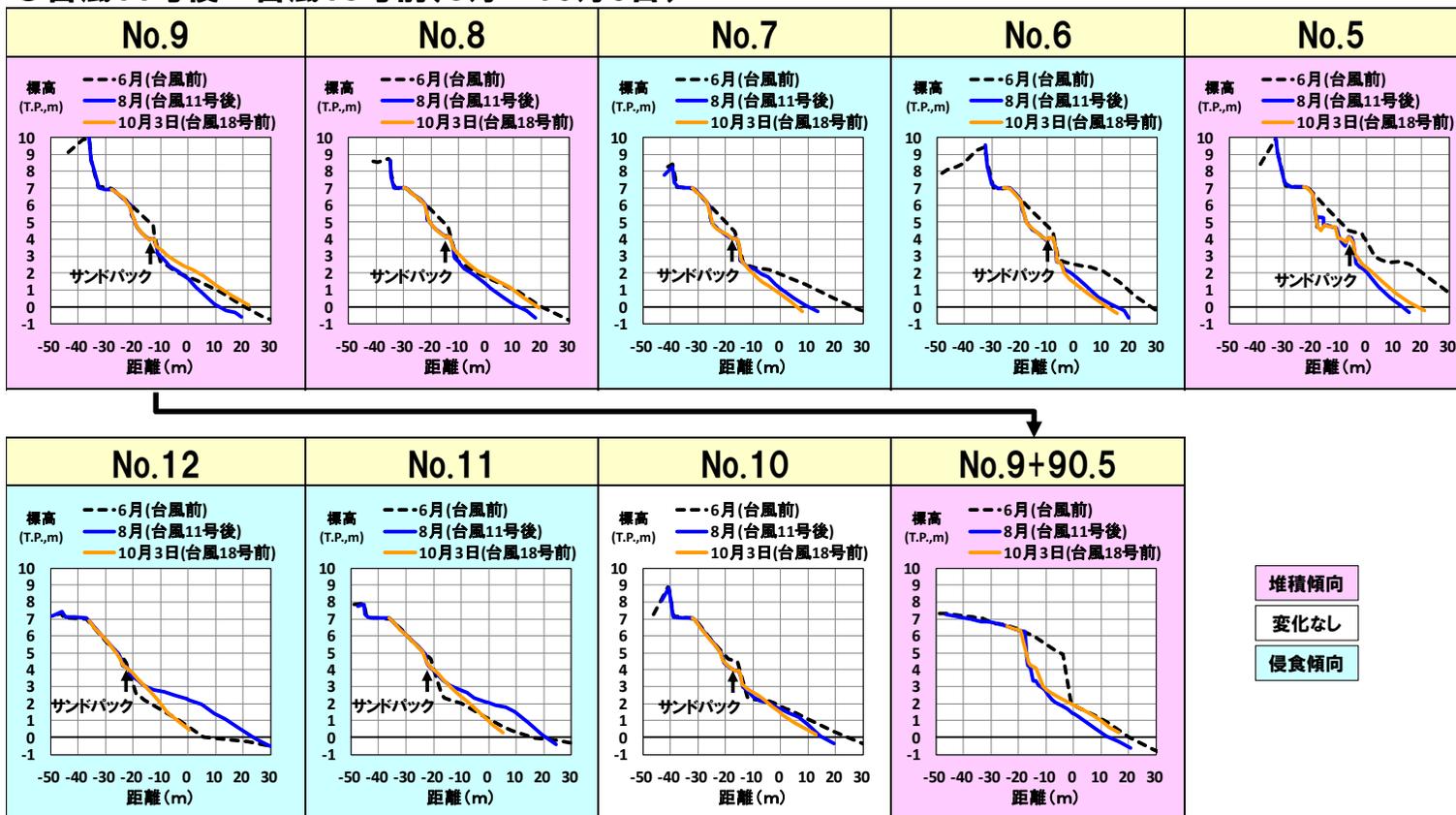
石崎橋(水位)



③海浜地形の把握 a)海浜横断地形変化(1/3)

・台風11号通過後から台風18号通過前まででは、北部のNo.12, 11の侵食が顕著に現れている。また、それ以南では、堆積箇所・侵食箇所両方存在するが、大局的には緩やかな堆積傾向といえる。

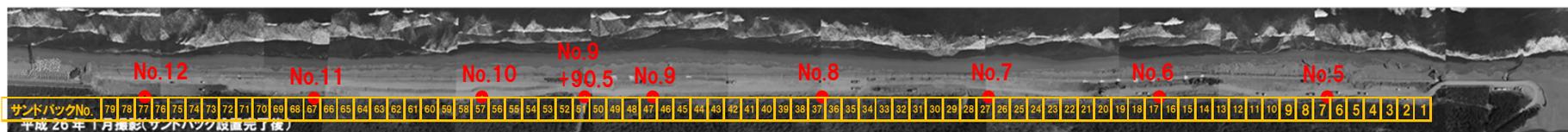
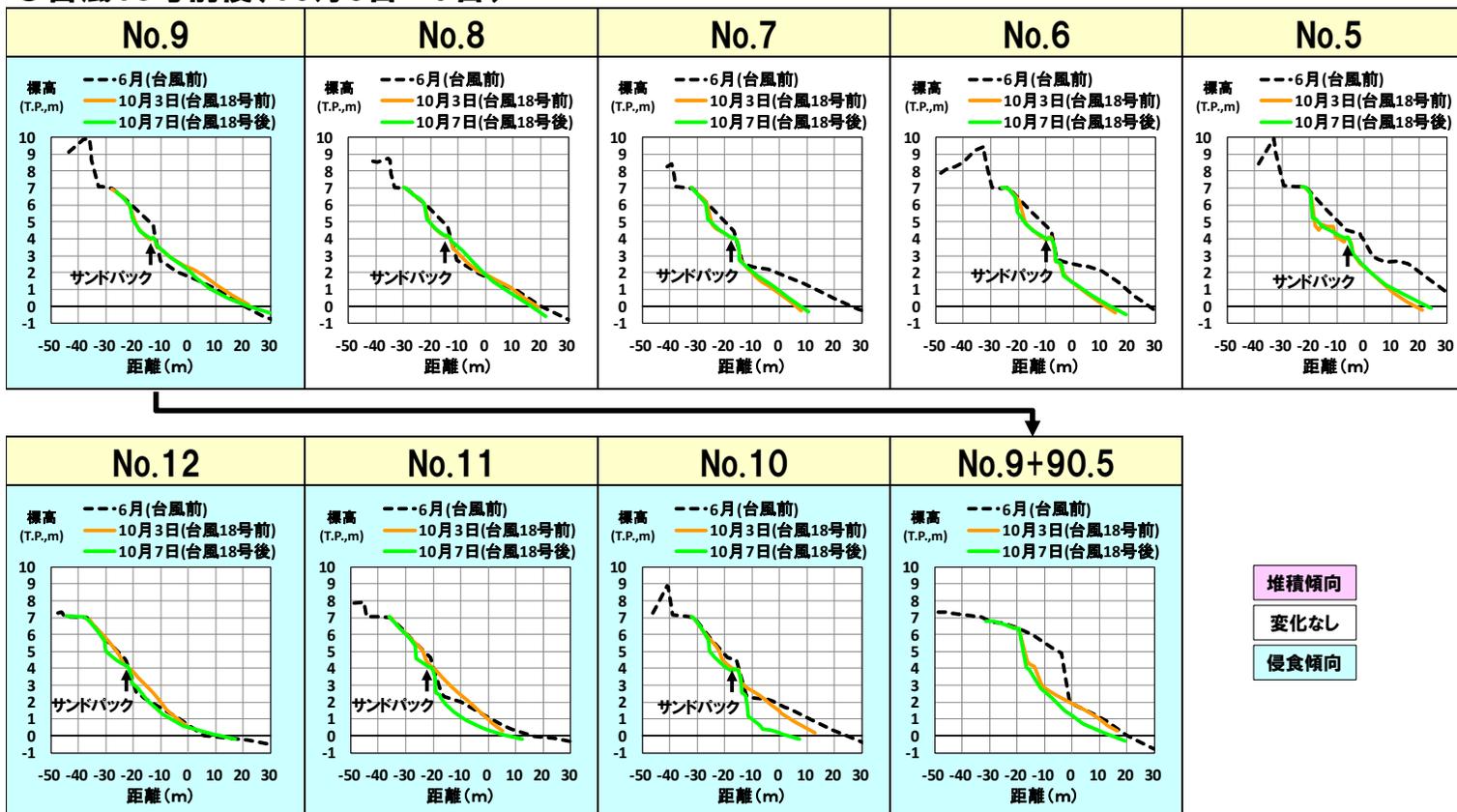
●台風11号後～台風18号前(8月～10月3日)



③海浜地形の把握 a)海浜横断地形変化(2/3)

・台風18号通過前後では、南部は殆ど変化していないが、北部は侵食傾向が見られる。特にNo.10,11の侵食傾向が著しい。

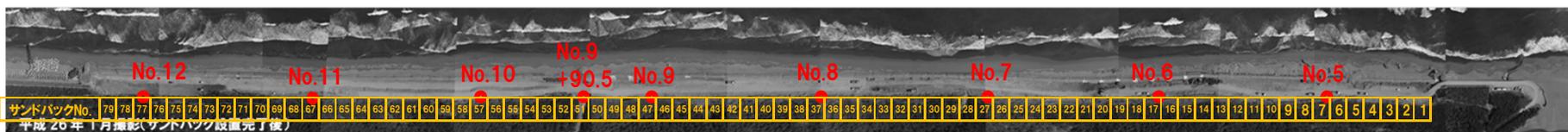
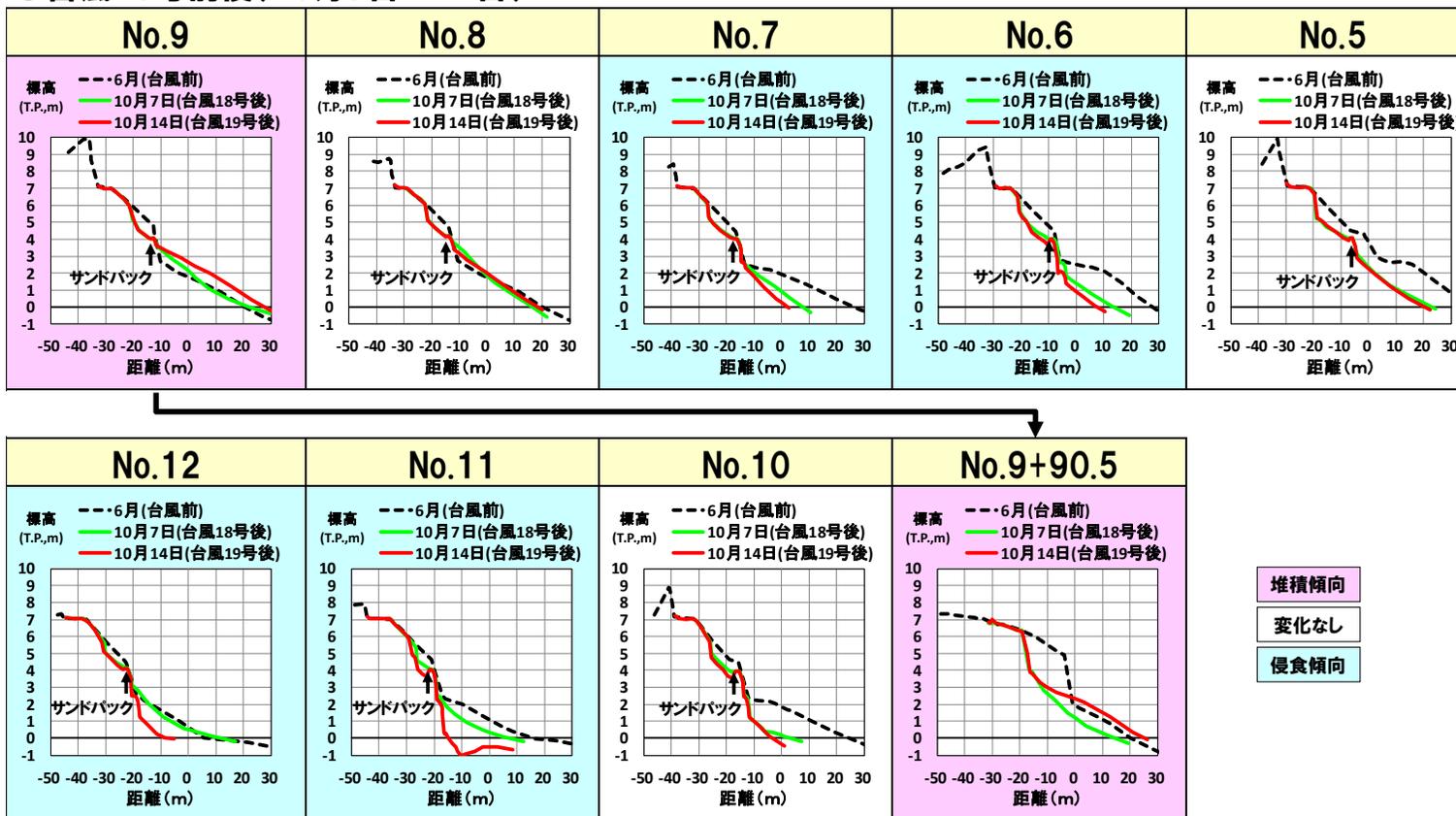
●台風18号前後(10月3日～7日)



③海浜地形の把握 a)海浜横断地形変化(3/3)

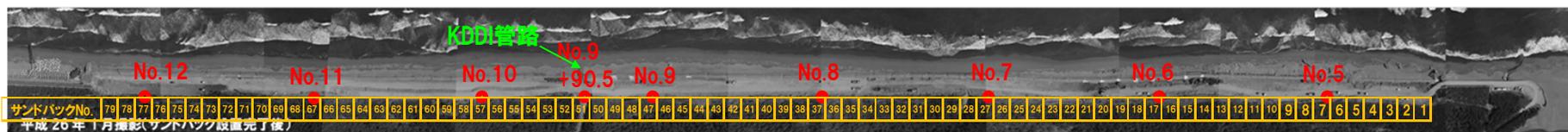
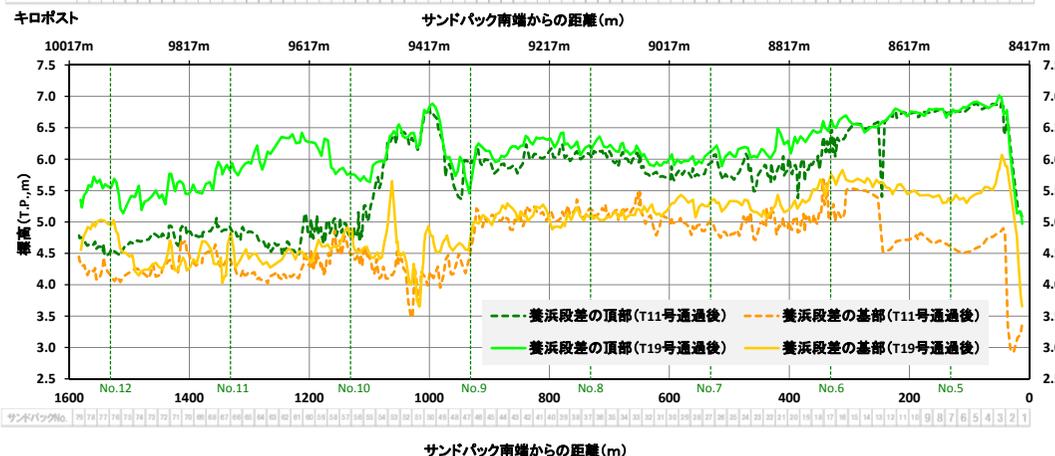
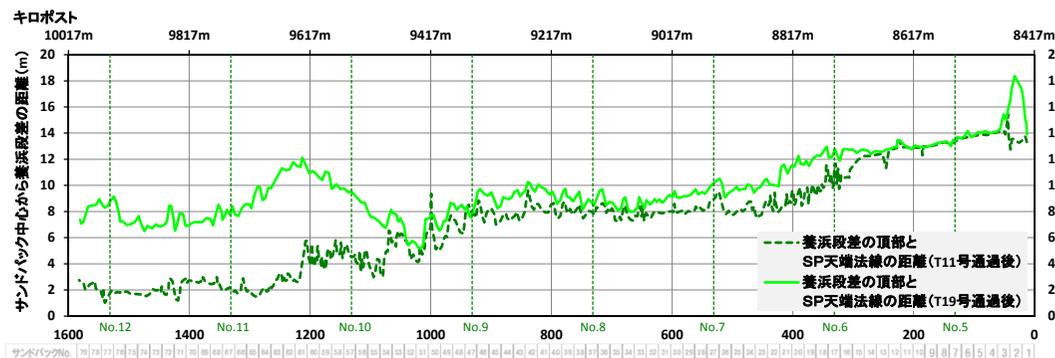
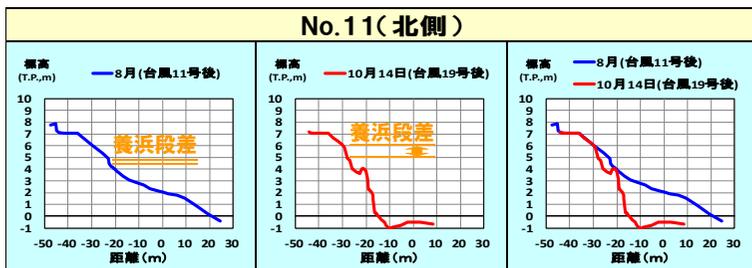
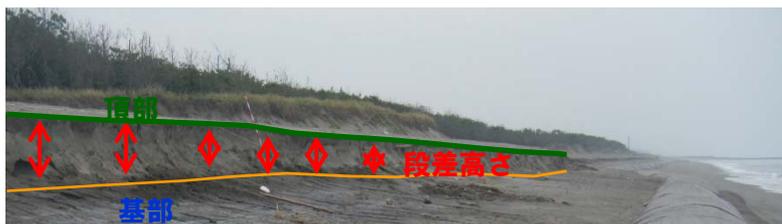
・台風19号通過前後では、中央部で堆積傾向が生じているが、南部、北部ともに侵食傾向が見られる。特に北部のNo.11,12の侵食傾向が著しい。

●台風19号前後(10月7日~14日)



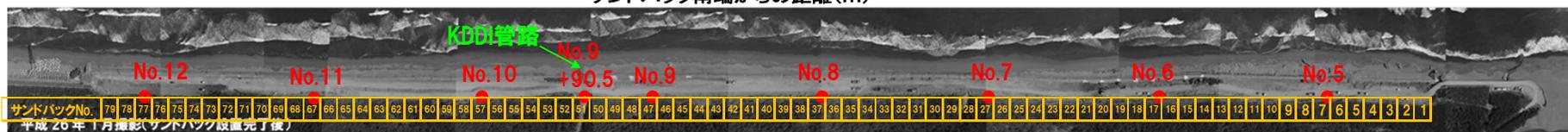
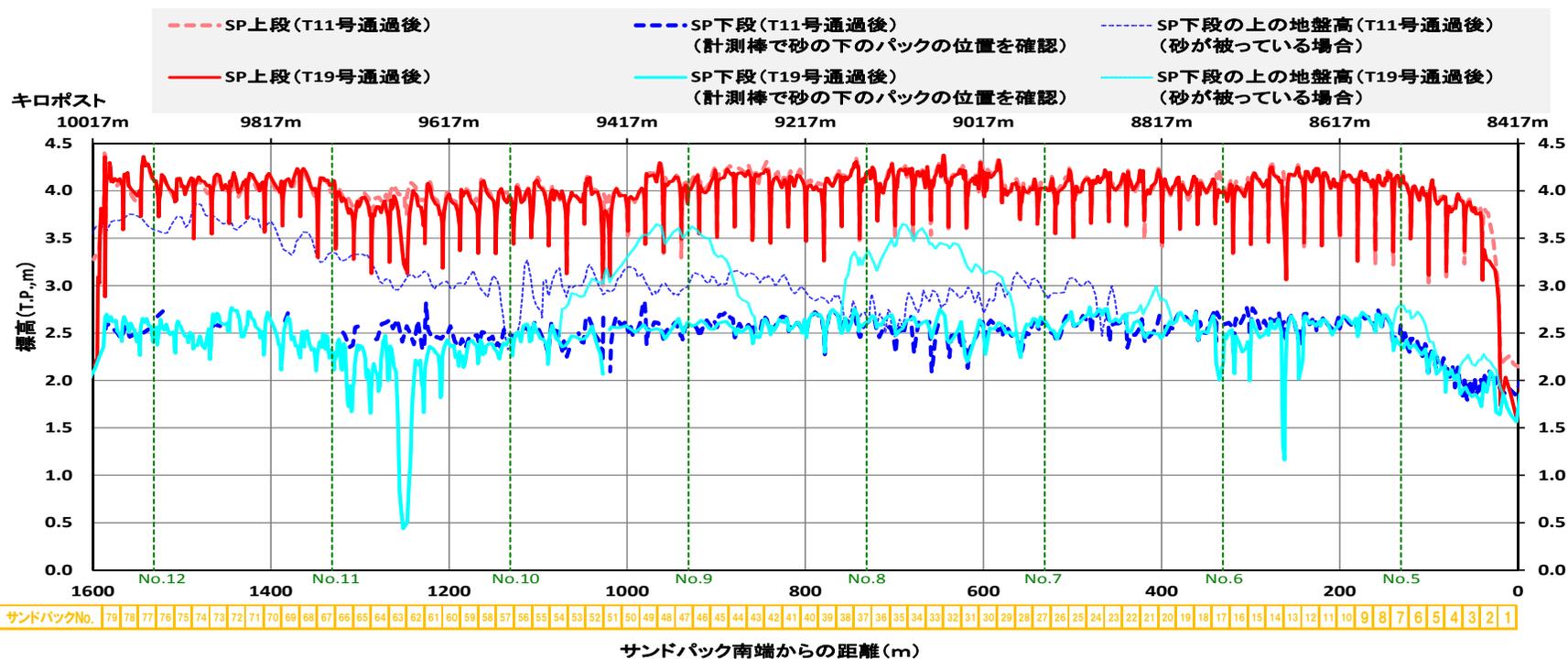
③海浜地形の把握 b)養浜段差

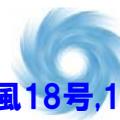
- ・来襲波浪や打ち上げ・越波状況の沿岸分布を把握するために養浜段差(基部, 頂部)の計測を実施した。
- ・台風11号通過後では、段差は南側ほど高く、北に行くに従い低くなり、最北端付近では段差は生じていなかったが、台風19号通過後では、南側の段差は殆ど変化がないが、北側で段差が高くなった。
- ・なお、サンドバック南端からの距離1,000m付近は段差高さが高くなっているが、この箇所はKDDI管路付近の工事用坂路があり、養浜盛土が海側に張り出しているため、段差高さが大きくなっている。



③海浜地形の把握 c) サンドバック天端高

- ・サンドバック周辺に空洞が生じていた場合、サンドバックが沈下する。このことからサンドバックの天端高を計測した。
- ・台風19号通過後では、南側数箇所到下段サンドバックの沈下が見られる。北側ではサンドバックSP62~63を中心に下段サンドバックの沈下が見られる。ただし、上段サンドバックの天端高には大きな変化は認められない。
- ・なお、サンドバック南端からの距離1,000m付近は一部低くなっているが、この箇所はKDDI管路付近の袋詰玉石工である。



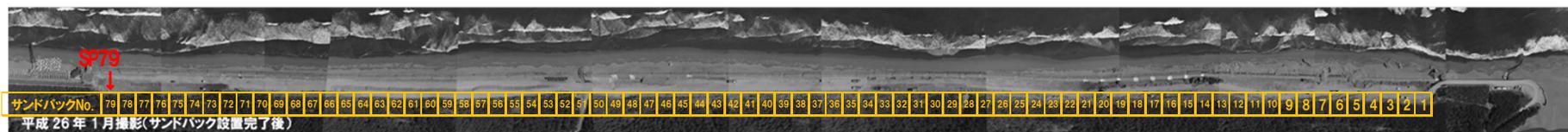


④サンドパックの損傷・変状 a)北端(SP79)

- ・台風18号、19号により北端の下段サンドパックSP79において、15cm程度の損傷を確認(補修済み)。

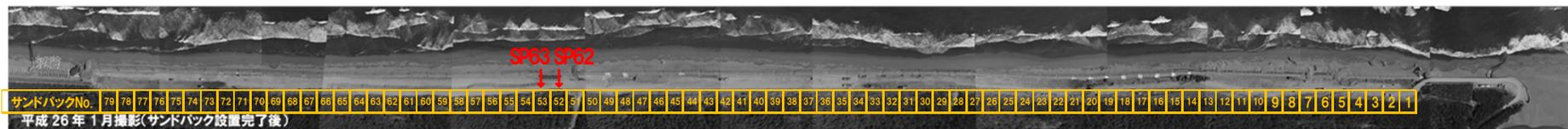


平成26年10月21日撮影



④サンドパットの損傷・変状 b)北側 (SP62,63)

・SP62,63において、海側下段サンドパットの沈下およびそれに追随するように上段サンドパットも海側にねじれるように変形した。また、背後養浜盛土において、クラック・凹みが発生した。



④サンドパットの損傷・変状 c)南側(SP10~18)(1/4)

- ・南側のSP10~18では、台風19号通過後には下段海側サンドパットの損傷が見られたが、上段サンドパットの天端高は概ね維持されていた。
- ・しかし、前面に砂がなく、波が直接サンドパットに打ちつける状態が継続して変状が進行した。
- ・SP10~18では下段海側サンドパットの沈下、上段サンドパットの転倒、下段陸側サンドパットの露出・変形が生じている。



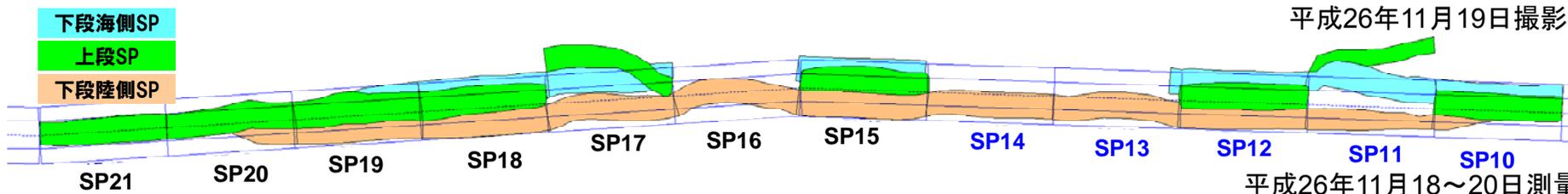
平成26年10月14日撮影



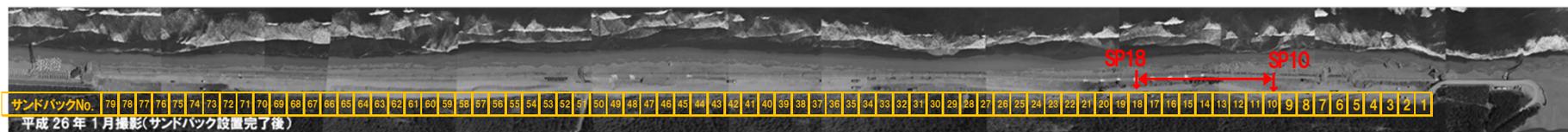
平成26年10月21日撮影

SP14	SP13	SP12	SP11	SP10

平成26年11月19日撮影



平成26年11月18~20日測量



④サンドパットの損傷・変状 c)南側(SP10~18) (2/4)

- ・南側のSP10~18では、台風19号通過後には下段海側サンドパットの変状が見られたが、上段サンドパットの天端高は概ね維持されていた。
- ・しかし、前面に砂がなく、波が直接サンドパットに打ちつける状態が継続して変状が進行した。
- ・SP10~18では下段海側サンドパットの沈下、上段サンドパットの転倒、下段陸側サンドパットの露出・変形が生じている。



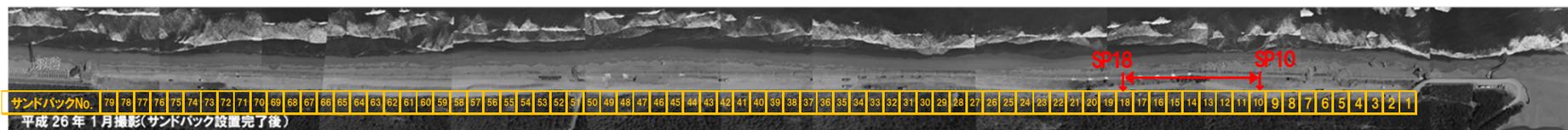
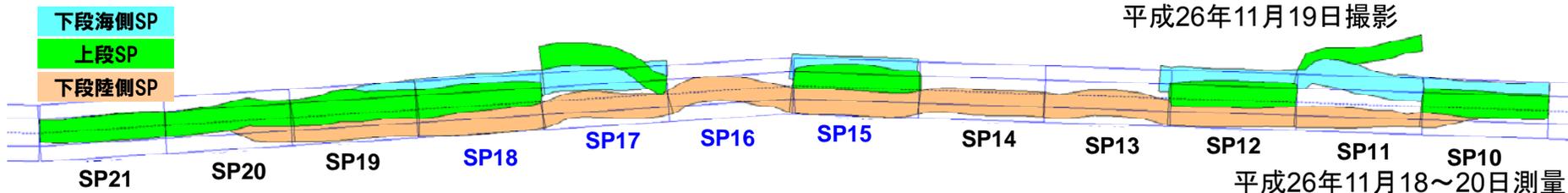
平成26年10月14日撮影



平成26年10月21日撮影



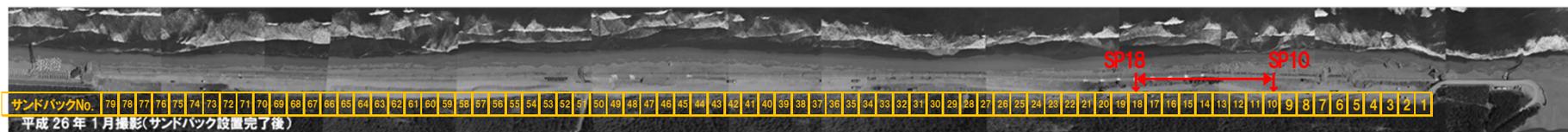
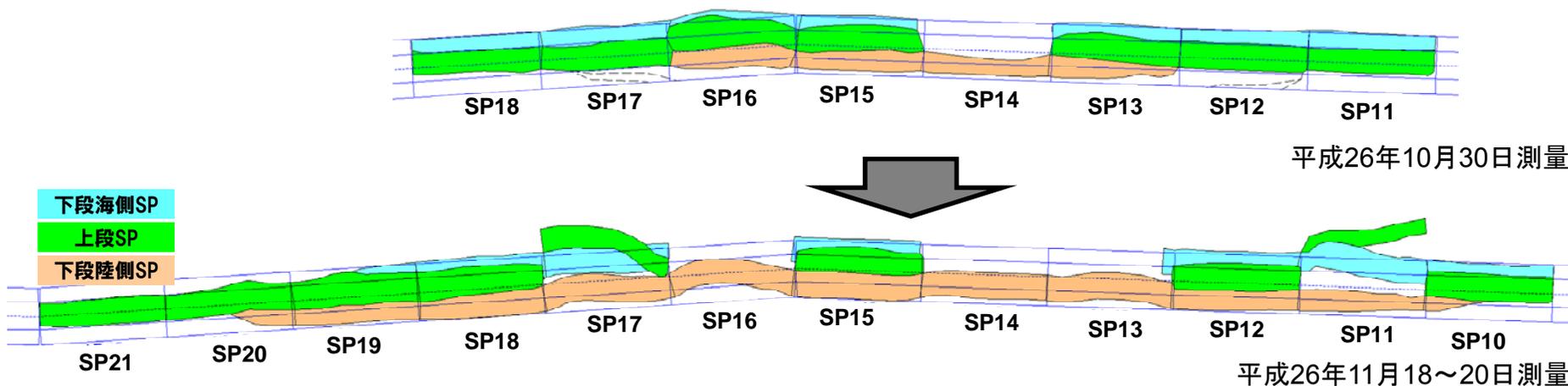
平成26年11月19日撮影



④サンドパックスの損傷・変状 c)南側(SP10~18)(3/4)

・10月30日～11月18日の間では、顕著な高波浪は発生していないが、サンドパックスの変状が進行している。

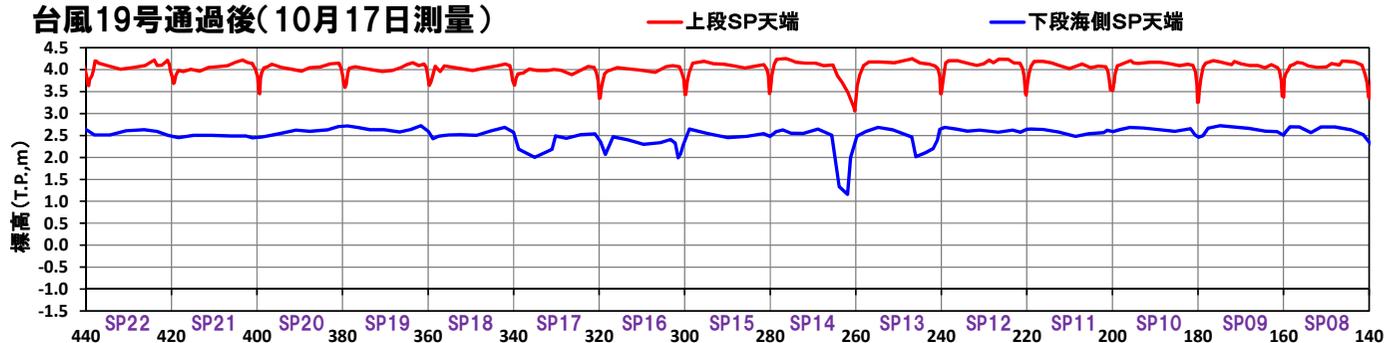
SP18	SP17	SP16	SP15	SP14	SP13	SP12	SP11	SP10
10/30では概ね健全であったが、11/18では上SPがやや海側に移動	10/30では概ね健全であったが、11/18には上SPが大きく海側に移動 下海SP、下陸SPも海側へ張り出す	10/30では上SPがやや海側へ移動しており、11/18では上SP、下海SPは損傷・中詰め材流出。 下陸SPも海側に張り出す	10/30では上SPがやや海側へ移動しており、11/18もほぼ同様	10/30には上SP、下海SPは損傷・中詰め材流出。	10/30では上SPがやや海側へ移動しており、11/18では上SP、下海SPは損傷・中詰め材流出。 下陸SPも海側に張り出す	10/30では概ね健全であったが、11/18では上SPが海側へ移動	10/30では概ね健全であったが、11/18では上SP、下海SPは大きく海側へ移動	10/30では概ね健全であったが、11/18では上SPがやや海側に移動



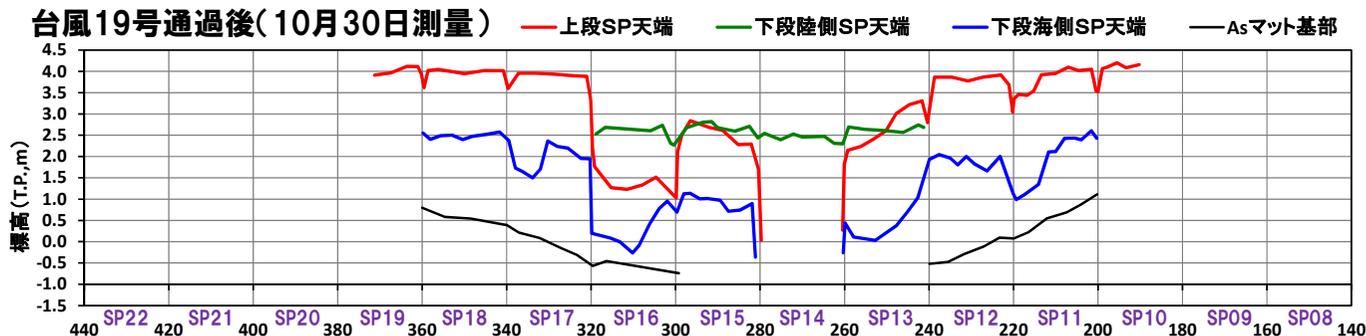
④サンドパットの損傷・変状 c)南側(SP10~18)(4/4)

- ・台風19号通過直後(10月17日測量)では、SP14に一部天端高の低下が見られるものの、大きな変状は生じていない。
- ・しかし、10月30日測量では、SP13~16の上段サンドパット、下段海側サンドパットの天端高が低下している。
- ・11月18-20日測量では、SP10~18のサンドパットが低下し、SP16では下段陸側サンドパットの低下も生じている。

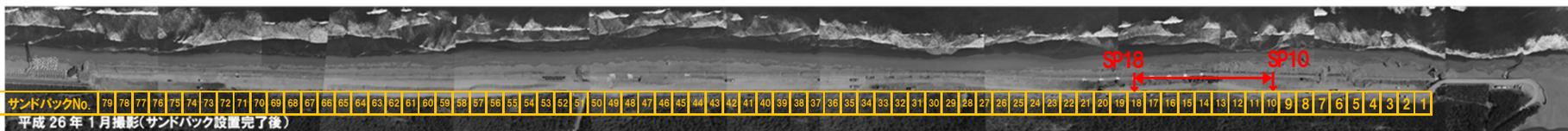
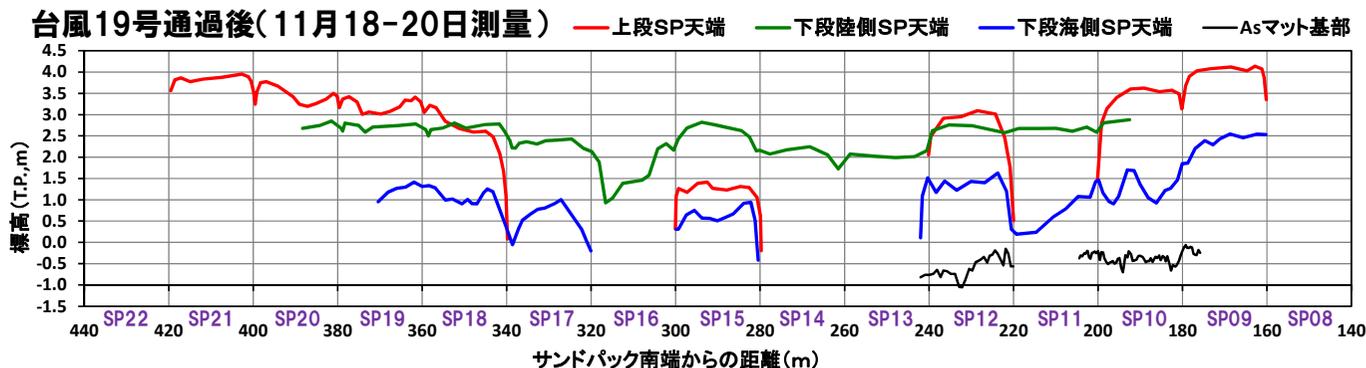
台風19号通過後(10月17日測量)



台風19号通過後(10月30日測量)



台風19号通過後(11月18-20日測量)

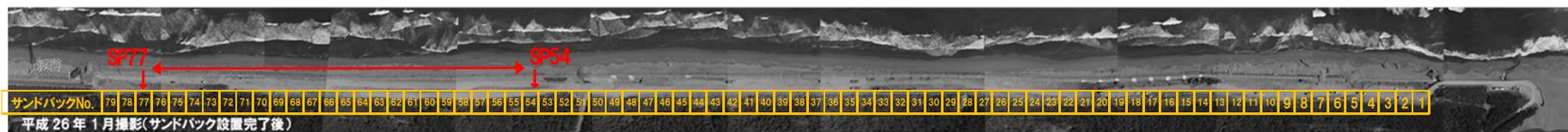


⑤アスファルトマットの変状 b)北側の不陸(1/2)

・北側ではアスファルトマットが露出し、サンドバックとの接地面に沿岸方向の不陸が広範囲で発生した。

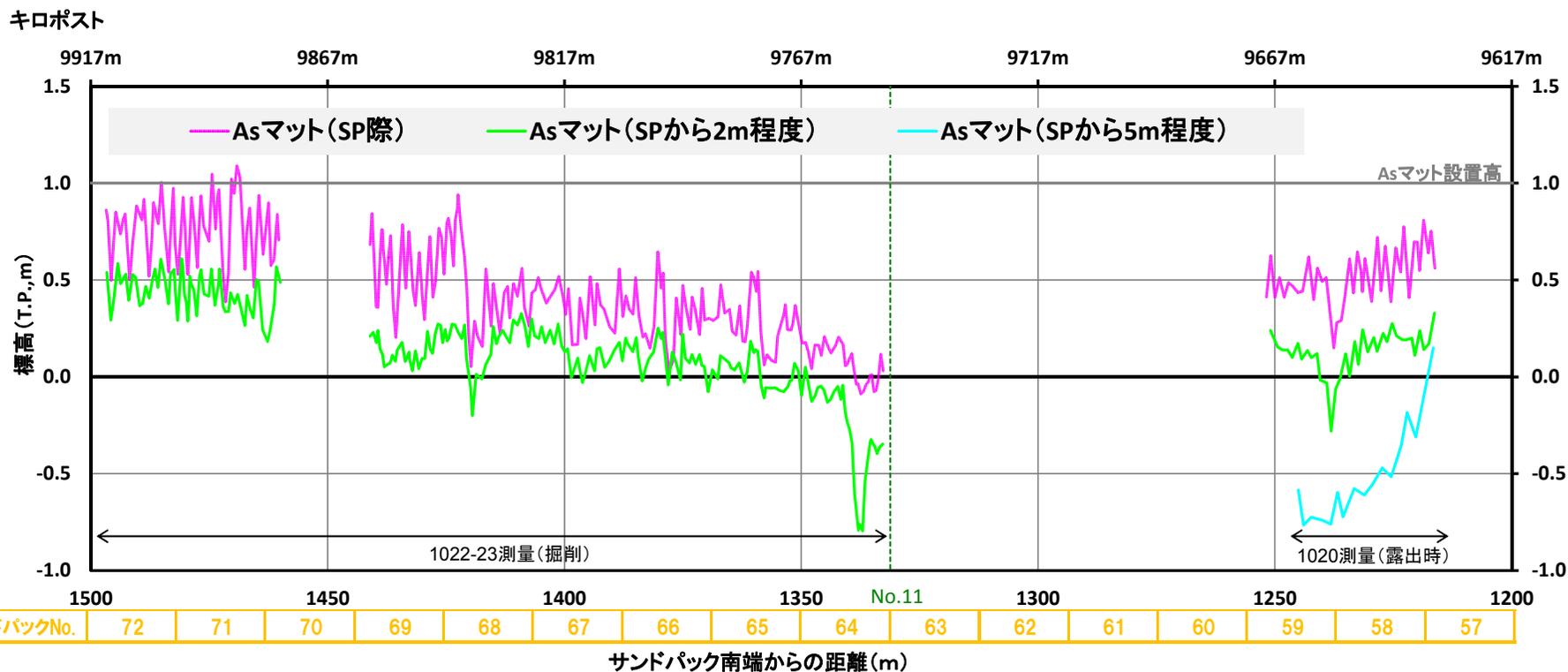


平成26年10月14日撮影

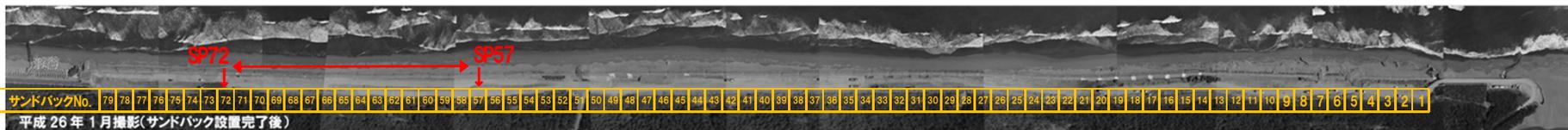


⑤アスファルトマットの変状 b)北側の不陸(2/2)

- ・アスファルトマットのサンドパックとの基部については、不陸が著しい。
- ・北部は高い箇所では設置時の高さ(T.P.+1m)を維持しているが、サンドパックSP68以南では0.5m程度以上沈下しており、最低標高ではT.P.-0.1m程度となっており、設置時よりも1m以上沈下している。



平成26年10月14日撮影



2) 埋設護岸の変状原因の推定

①サンドバックの変状原因 a) 北端 (SP79)

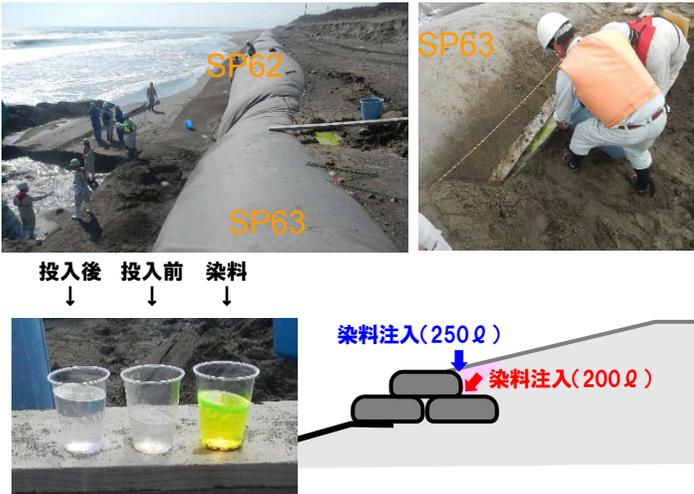
- ・損傷原因の特定には至っていないが、前面のアスファルトマットが大きくめくれていること、損傷の形状から推定すると、めくれたアスファルトマットによる損傷の可能性が高いと考えられる。



平成26年10月21日撮影

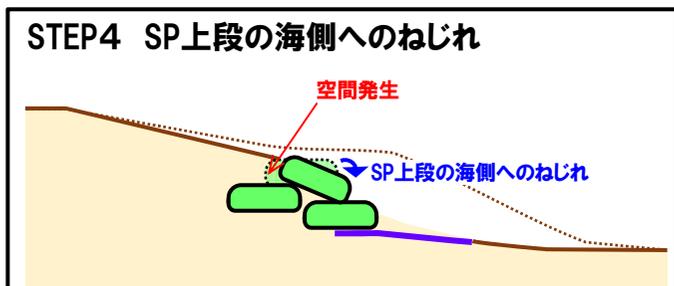
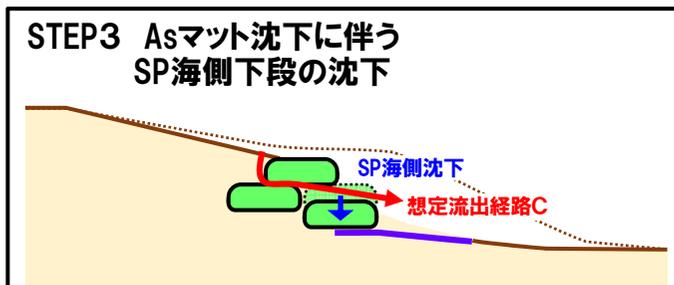
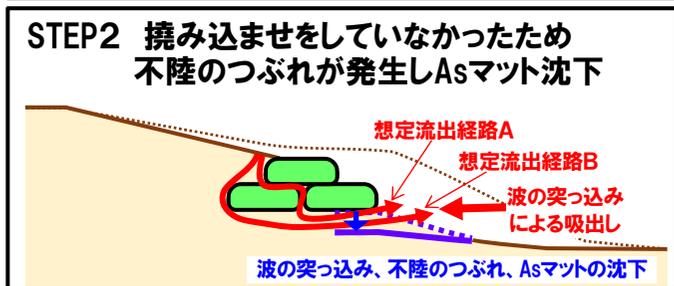
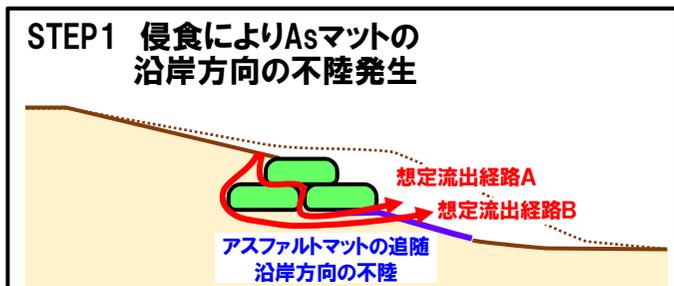
①サンドバックの変状原因 b) 北側 (SP62,63) (1/3)

・サンドバック陸側の養浜盛土のクラック・凹みの原因を把握するために、アスファルトマット掘削調査、染料調査、サンドバック陸側の養浜盛土の掘削調査を実施した。

アスファルトマットの掘削調査	染料調査
<p>■調査内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クラック・凹み箇所の前面のAsマットを掘り出し、形状記録、高さ計測を実施 <p>■調査結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高さT.P.-0.2m程度（設置高より1.2m低下）。全体的に水中に没した状況であった。 	<p>■調査内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・背後養浜盛土及び下段SP天端面まで掘削し、上段SPと下段SPの接地部に染料を注入し、海側への染み出しを観測 <p>■調査結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・染料の染み出しは確認されなかった。ただし、砂に染料が吸着し、染み出しが生じなかった可能性はある。
	
サンドバック陸側の養浜盛土の掘削調査	
<p>■調査内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・背後養浜盛土を掘削し、SPの表面を露出させて、上段SPと下段陸側SPの接地部及び下段と減地盤の接地面に空洞・ゆるみがないかを確認 ・下段陸側SPに変状がないかを観察・計測 <p>■調査結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空洞・ゆるみは確認できなかった。 ・下段陸側SPIには変状は見られず、設置時の形状（下面高T.P.+1m、天端高T.P.+2.5m）を維持していることを確認した。 	

①サンドパックスの変状原因 b) 北側 (SP62,63) (2/3)

■当初推定した原因



■調査による知見

想定流出経路A・C
⇒原因の可能性:低い

- 掘削調査により背後養浜盛土の状況を観察したが、空洞・ゆるみはなかったことから、原因である可能性は低いと考えられる。
- ただし、変状の過程の中で一時的に流出経路となった可能性は否定できない。

想定流出経路B
⇒原因の可能性:極めて低い

- 掘削調査により背後養浜盛土の状況を観察したが、空洞・ゆるみはなかった。また、海側下段SPの底面高は変わっておらず設置時から変形していないことから、原因である可能性はきわめて低いと考えられる。

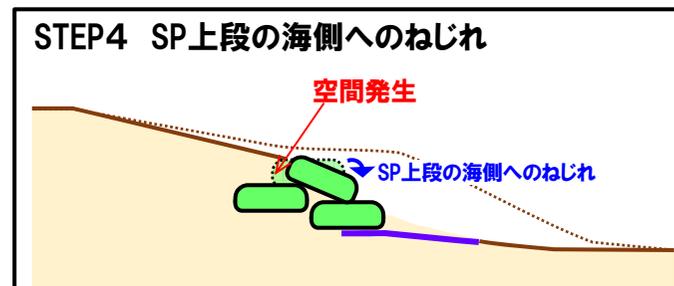
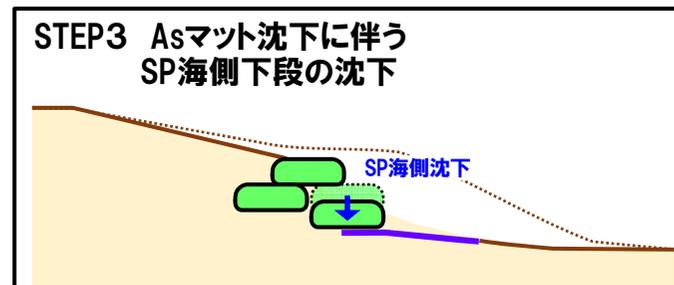
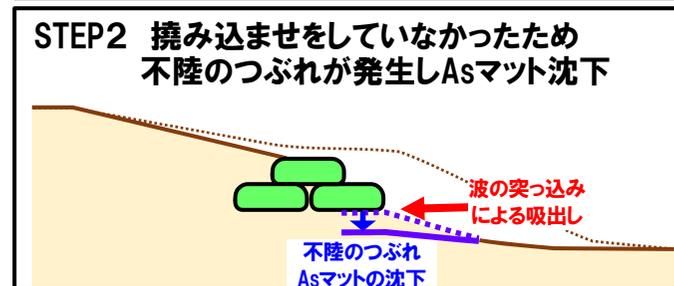
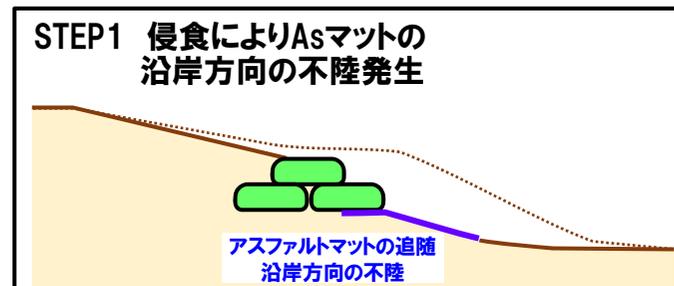
波の突っ込みによる吸出し
⇒原因の可能性:高い

- Asマットとサンドパックス間に不陸による空間があり波が侵入しやすい状況であったため、Asマットの沈下の原因の可能性はある。

空間発生
⇒原因の可能性:高い

- 上段SPは海側にねじれているため、その陸側に空間は発生する。クラックもSPに沿うように発生している。

■調査結果に基づく原因の推定



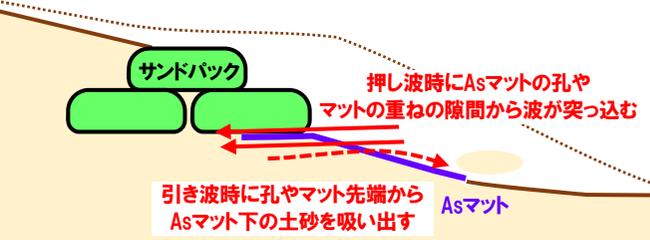
①サンドパックの変状原因 b) 北側 (SP62,63) (3/3)

■アスファルトマットの沈下(STEP2)

STEP2-1 Asマットの孔やマットの重ねの隙間より波が突っ込み、引き波時に、孔から土砂を吸い出すことにより不陸が発生

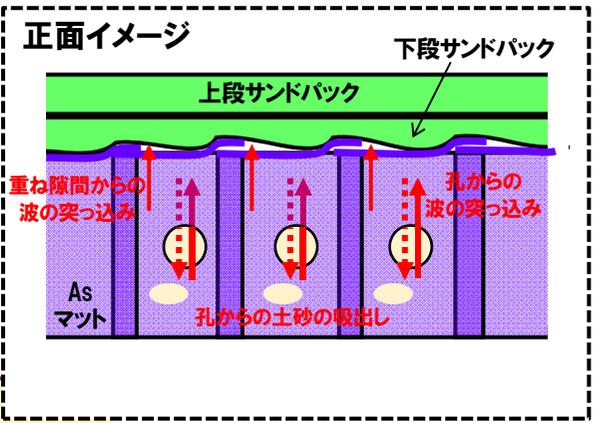


Asマット孔からの土砂流出



サンドパック
押し波時にAsマットの孔やマットの重ねの隙間から波が突っ込む
引き波時に孔やマット先端からAsマット下の土砂を吸い出す
Asマット

正面イメージ



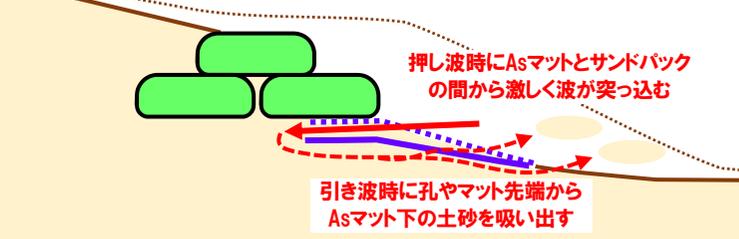
上段サンドパック
下段サンドパック
重ね隙間からの波の突っ込み
孔からの波の突っ込み
As マット
孔からの土砂の吸出し



STEP2-2 Asマットの不陸によりサンドパックとの間に空間が発生。その空間に波が激しく突っ込み、引き波時に孔やマットの先端から土砂を吸い出す

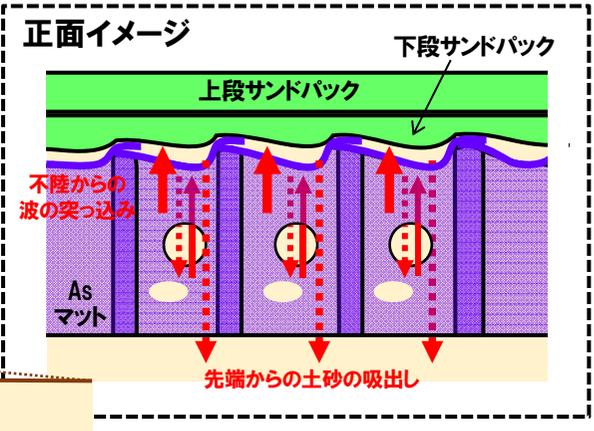


Asマットの不陸



押し波時にAsマットとサンドパックの間から激しく波が突っ込む
引き波時に孔やマット先端からAsマット下の土砂を吸い出す
Asマット

正面イメージ



上段サンドパック
下段サンドパック
不陸からの波の突っ込み
As マット
先端からの土砂の吸出し

①サンドパックの変状原因 c) 南側 (SP10~18) (1/3)

- ・台風19号通過時のCCTV(KDDIタワー付近)の映像より、アスファルトマットのめくれ及びめくれたアスファルトマットがサンドパックに接触していることが確認できた。このことから、アスファルトマットによりサンドパックが損傷した可能性が高いと考えられる。



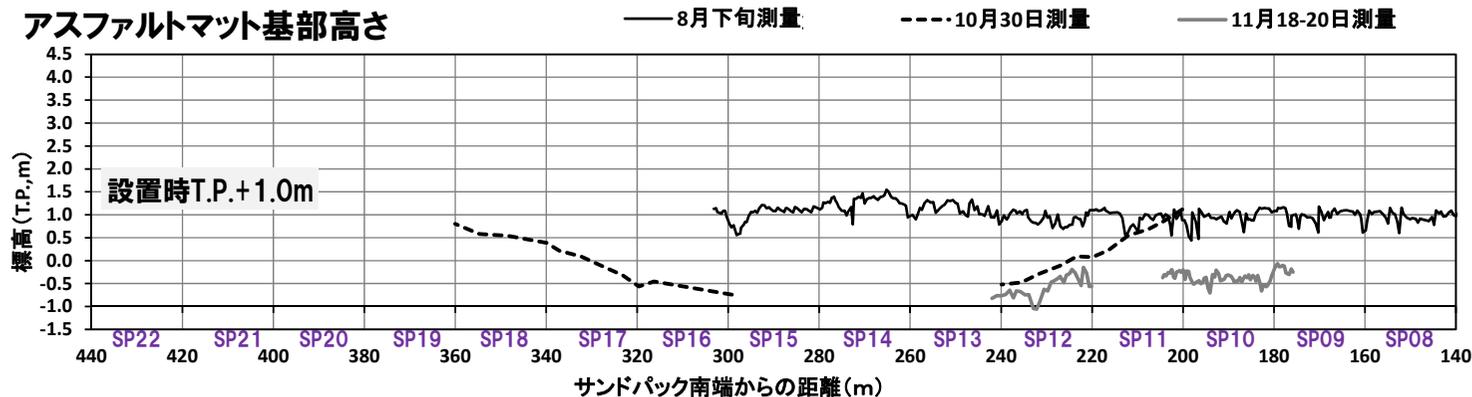
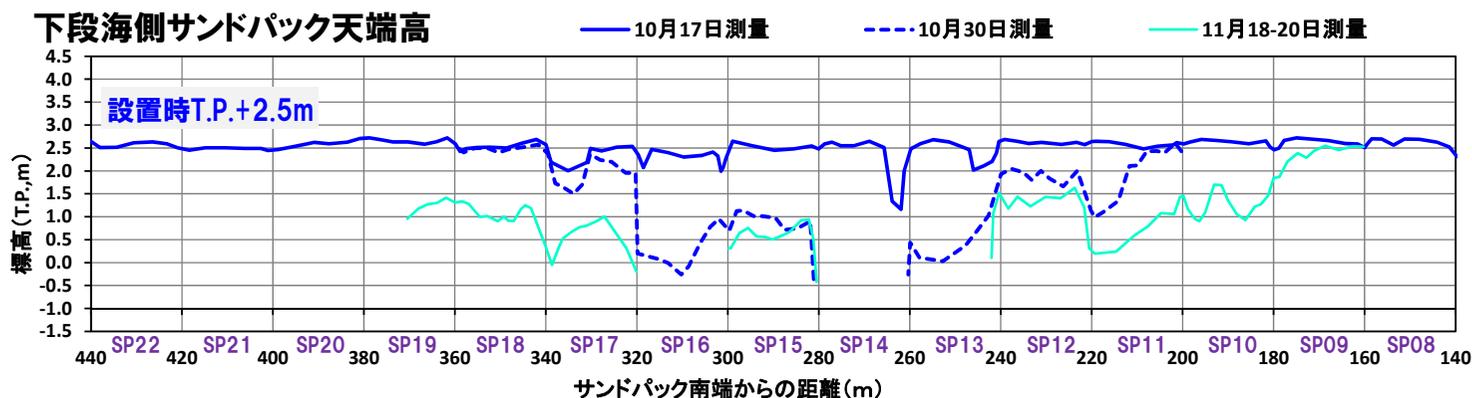
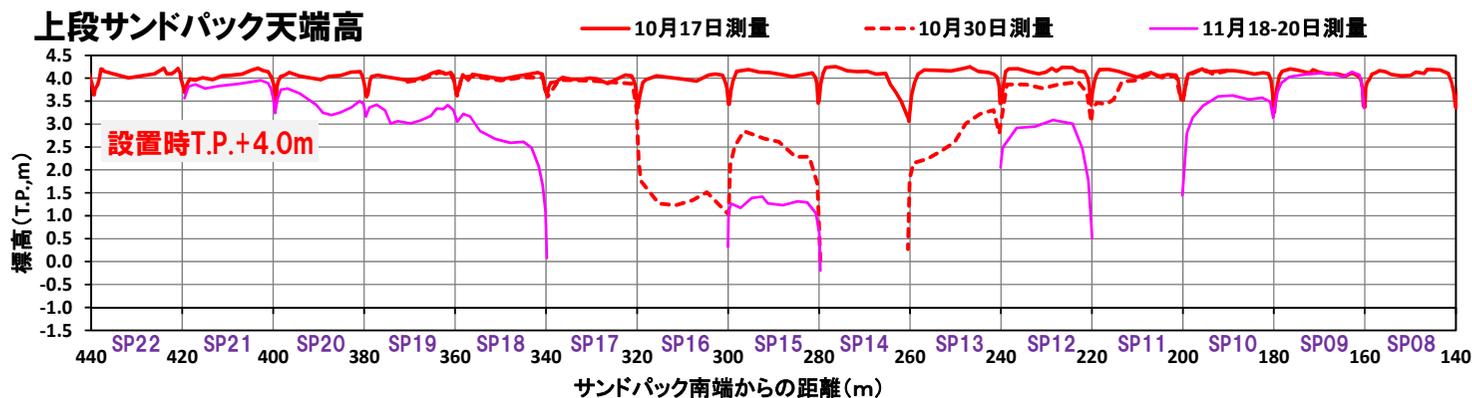
平成26年10月11日(土)17:44



平成26年10月11日(土)17:46

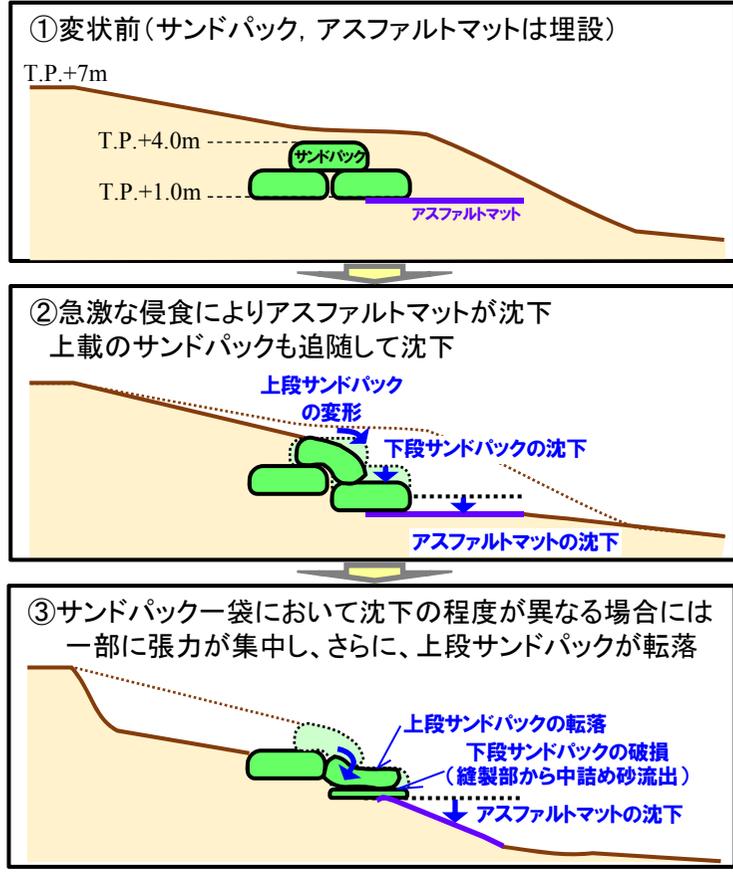
①サンドバックの変状原因 c) 南側 (SP10~18) (2/3)

- ・アスファルトマットの基部の高さを見ると、8月下旬では概ね設置時の高さ (T.P.+1m)を維持していた。
- ・しかし、10月30日では最大T.P.-0.5m以下まで下がっている。また、サンドバックの沈下・変状とも対応している。
- ・このことからアスファルトマットが沈下することに対応して、サンドバックの沈下・変状が生じることが推定される。



①サンドパックの変状原因 c) 南側 (SP10~18) (3/3)

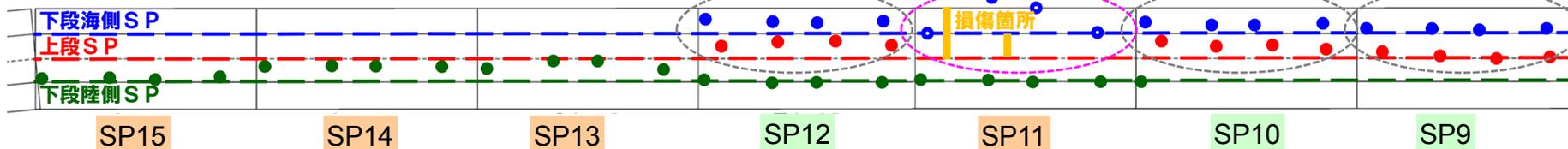
推定メカニズムのイメージ



- ・アスファルトマットの沈下により、下段海側サンドパックも沈下した。
- ・下段海側サンドパックが沈下したことにより、上段サンドパックも追隨して沈下した。
- ・沈下の過程において、ひとつのサンドパックにおいて、沈下の程度が異なる場合には一部の箇所には張力が集中し、サンドパックの縫製部での破れや充填口結束のほどけにより中詰め材が流出すると考えられる。
- ・SP11では、下段海側SP、上段SPの中詰め材の砂が流出したが、充填口の位置は沿岸方向に直線上に並んでおらず、サンドパック袋体にねじれが生じたことが推察される。
- ・一方、SP9、10、12は、中詰め材の大きな流出は生じていない。充填口の位置をみると当初設置位置からの移動は見られるが、沿岸方向にほぼ直線状にあり、ねじれが比較的少ないと考えられる。



充填口の位置が直線状ではない 比較的、充填口の位置は直線状に並んでいる



破線：設置時のサンドパックの中心線（充填口の位置）、●：11月20日測定の充填口の位置、○：11月18日観察の充填口の位置
海側下段SP、上段SPの中詰め材が流出し、潰れているサンドパック 変形はしているが中詰め材の流出は少ないサンドパック

②アスファルトマットの変状原因

- ・アスファルトマットの孔から土砂が吸い出され、アスファルトマットの沈下を促進した可能性がある。
- ・右の写真は北側のSP75付近で観察されたものであるが、同様の現象がアスファルトマットの変状が見られた箇所で行っていたことが推定される。



平成26年10月17日09:40撮影, SP75付近

②アスファルトマット先端撓み込ませの効果検証(2/2)

- ・アスファルトマットの撓み込ませを実施した箇所でも、一部、アスファルトマットの変状(番線飛び出し・めくれ)が生じている。
- ・しかし、北端のSP78、79で生じたような、広範囲での変状は生じていない。
- ・以上のことから、アスファルトマットの先端撓み込ませは、完全にアスファルトマットの変状を防げるものではないが、変状をある程度減らすことができると考えられる。

撓み込ませなしのAsマット(広範囲に変状)

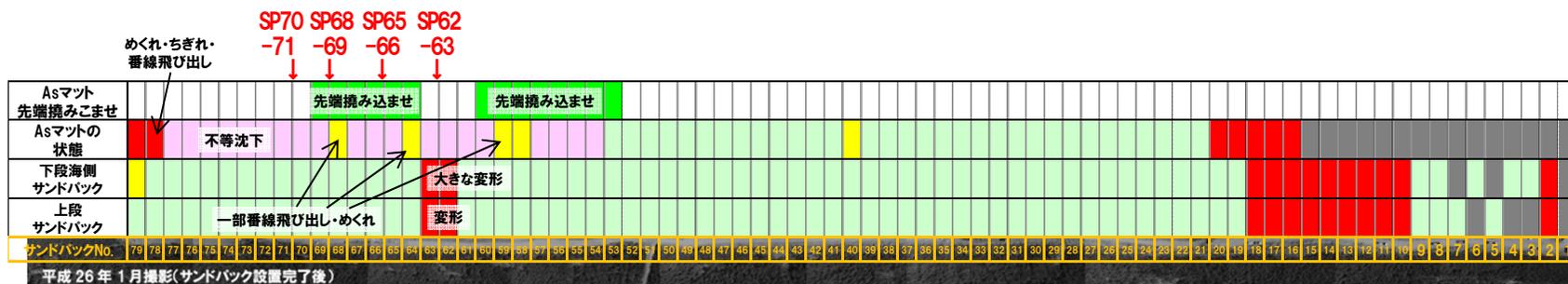


平成26年10月14日撮影

撓み込ませありのAsマット(一部変状)



平成26年10月20日撮影



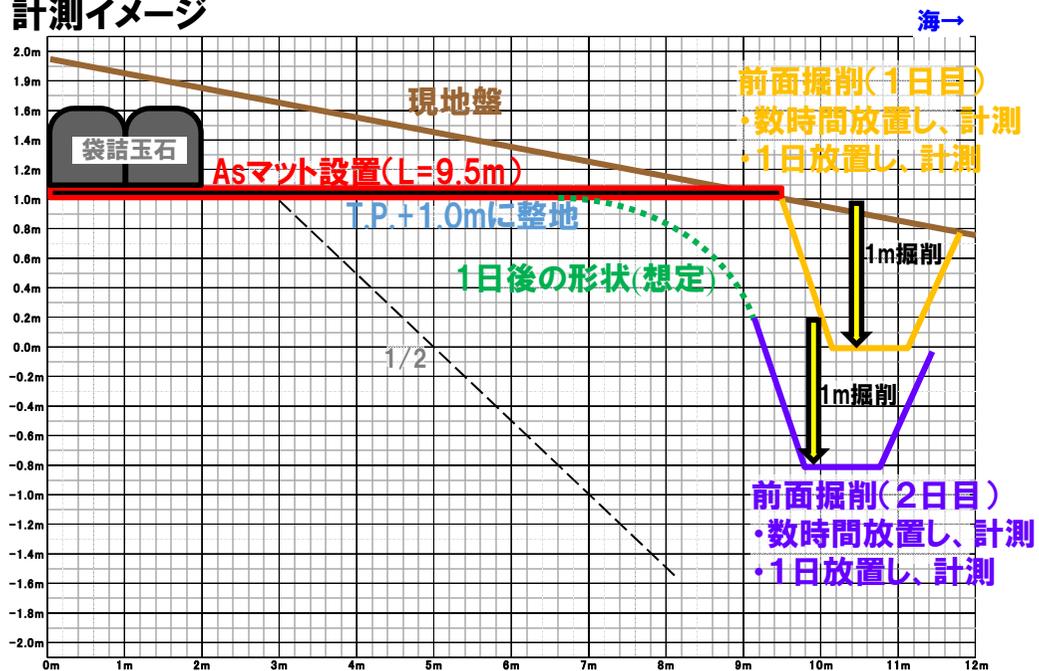
大きな変状あり
変状あり
軽微な変状あり
健全

平成26年1月撮影(サンドバック設置完了後)

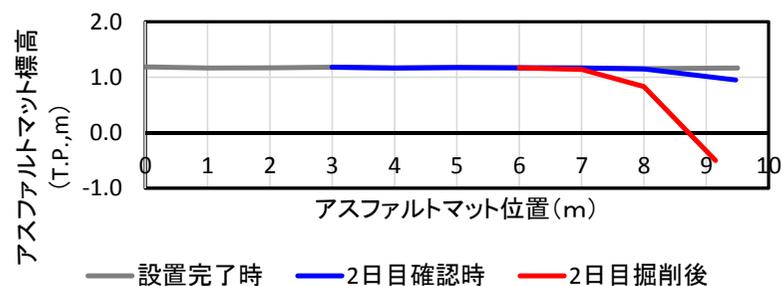
参考 アスファルトマット先端掘り込ませ試験結果

- ・アスファルトマットを掘り込ませて施工可能かどうかを確認するために、現地試験を実施した。
- ・その結果、T.P.-0.5m(設置時より1.5m)掘り込ませができることを確認した。また、掘削能力の高い重機を用いれば、T.P.-1m(設置時より2.0m)まで掘り込ませが可能と考えられた。

計測イメージ



計測結果



①設置状況



平成26年11月19日撮影

②前面掘削



平成26年11月19日撮影

③1日目終了時



平成26年11月19日撮影

④2日目掘削後



平成26年11月20日撮影

(3) 埋設護岸のステップアップの検討

1) 構造のステップアップ

①ステップアップ構造の検討【基本構造】

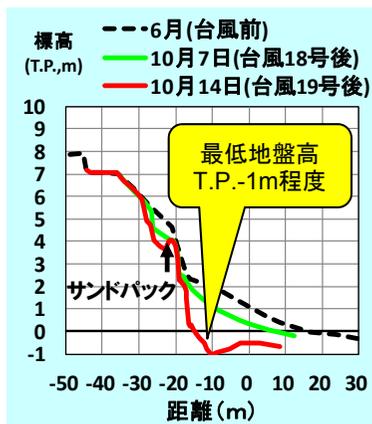
基本構造	ステップアップのポイント	H26台風での状況も踏まえた確認結果
<p>■ 従来(H25大炊田海岸埋設護岸)</p>	<p>ステップアップのポイント</p>	<p>H26台風での状況も踏まえた確認結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 一部区間で、Asマットのめくれ等が生じた。 ■ 一部箇所、Asマットの番線飛び出しにより、サンドバックが損傷した。 ■ 一部箇所、Asマットの沈下及びそれに追従する形でサンドバックの沈下・変状が生じた。
<p>■ H26ステップアップ案</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asマットめくれ防止のため、Asマットの先端を掘り込ませる。 ■ Asマットの孔からAsマット下の土砂が過剰に流出して沈下している可能性があるため、孔なしとする。 ■ サンドバック下からの吸出しが生じている可能性があるため、下段陸側サンドバックまでAsマットを踏み込ませる。 ■ 斜めに入射する波に対するめくれ防止と重ね合わせの隙間からの波のつっこみを防止するために、マットを重ねずに突合せる。 ■ サンドバックへの損傷防止のため、構成材料に番線を使用しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asマットめくれ防止については、既設Asマットの先端を掘り込ませることで、めくれ防止効果が期待できることを確認した。 ■ 既設Asマットにより、侵食(洗掘等による地盤低下)のサンドバックへの波及低減効果を確認した。 ■ 波向に対応するようにめくれが生じていたことを確認した。

②ステップアップ構造の検討【Asマット損傷区間(南部300m区間)】⁶⁰

ステップアップ構造案	ステップアップのポイント	H26台風での状況も踏まえた確認結果
<p>■ 洗掘対策工を再設置(第10回技術分科会提示案)</p> <p>←陸 海→</p> <p>養浜再設置</p> <p>既設Asマット(先端は切断して撤去)</p> <p>T.P.+4.0m T.P.+4.5m T.P.+2.5m T.P.+1.0m</p> <p>サンドバック新設 (Asマット固定用)</p> <p>Asマット再設置 (孔なし・番線なし)</p> <p>端部は突合せて下部に目地マット</p> <p>積み込ませ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asマットめくれ防止のため、Asマットの先端を積み込ませる。 ■ Asマットの孔からAsマット下の土砂が過剰に流出して沈下している可能性があるため、孔なしとする。 ■ 斜めに入射する波に対するめくれ防止と重ね合わせの隙間からの波のつこみを防止するために、マットを重ねずに突合せる。 ■ サンドバックへの損傷防止のため、構成材料に番線を使用しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asマットめくれ防止については、既設Asマットの先端を積み込ませることで、めくれ防止効果が期待できることを確認した。 ■ 既設Asマットにより、侵食(洗掘等による地盤低下)のサンドバックへの波及低減効果を確認した。 ■ 波向に対応するようにめくれが生じていたことを確認した。 ■ ステップアップの効果が期待できる。(◎)
<p>■ 洗掘対策工を再設置せずに、背面にサンドバックを追加</p> <p>←陸 海→</p> <p>養浜再設置</p> <p>既設Asマット(先端は切断して撤去)</p> <p>T.P.+4.0m T.P.+4.5m</p> <p>サンドバック新設</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 前面の既設サンドバックが沈下して高さが低下しても、背面に新設するサンドバックで防護効果を確保する(防護の2重化)。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 既設Asマットの効果が確認されたことにより、洗掘対策工を設置しない場合、サンドバックが沈下する可能性は極めて高いと考えられた。 ■ サンドバックを背面に設置しただけでは、防護の2重化は一時的なものとなる可能性が高い。 ■ ステップアップの効果(防護の2重化)は期待できると考えるが、洗掘対策工を設置しないと一時的な効果にとどまる可能性が高い。(△)

⑤ステップアップ構造のまとめ

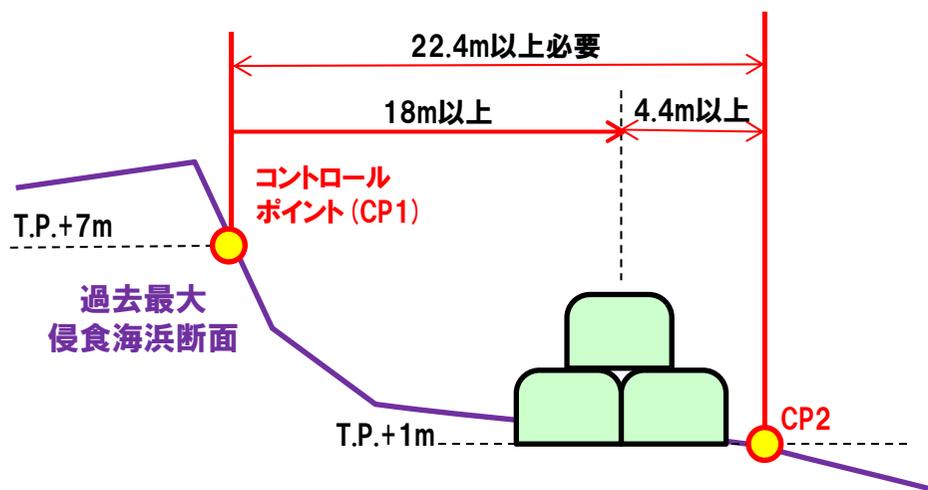
部材	対象	従来諸元	ステップアップ諸元	根拠等	備考
サンドバック	充填口	結束	結束(改良)	充填口の結束が解けて中詰材の流出が生じたため、結束方法を改良した	
アスファルトマット	張り出し部 撈み込ませ	なし	あり(2m)	現地での撈み込ませ試行により、めくれ・沈下防止の効果がある程度認められたため、撈み込ませを行う。 撈み込ませ量は、今回の最低地盤高がT.P.-1m程度であることを参考にして設定。	現地試験により、施工可能であることを確認
	厚さ	6.0cm	8.5cm	孔なしの所要厚さ8.5cm	サンドバック下の厚さは最小規格のt=5.0cm
	長さ	全長:8.5m 踏み込み:2.0m 張り出し:6.5m	全長:13.0m 踏み込み:6.5m 張り出し:6.5m	吸出しを防止するため、下段陸側サンドバック下まで踏み込むように設定。	サンドバック下は遮水シート等の材料も考えられるが、水圧変動により繰り返し力が作用し、破損することが懸念されるため、破損しにくいAsマットとする
	孔	あり	なし	孔からの土砂流出が観察されたため	先端1列のみ孔を設ける
	マット端部の処理	重ね合わせ	突合せて下部に目地マットを敷設	重ね箇所の上側マットの端部が波向と向き合う場合にめくれが生じていたため	
	補強材	番線	ガラス繊維	番線飛び出しによるサンドバックの損傷が確認されたため	



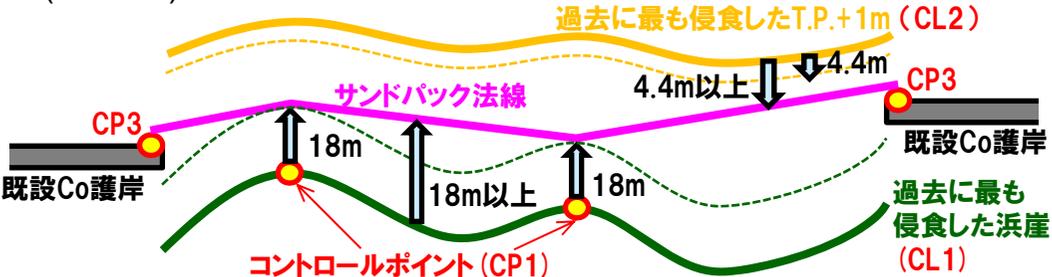
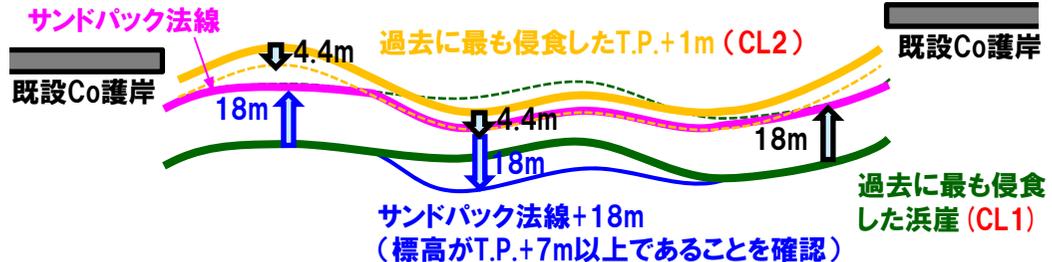
2) 配置のステップアップ

①断面形状における法線の考え方

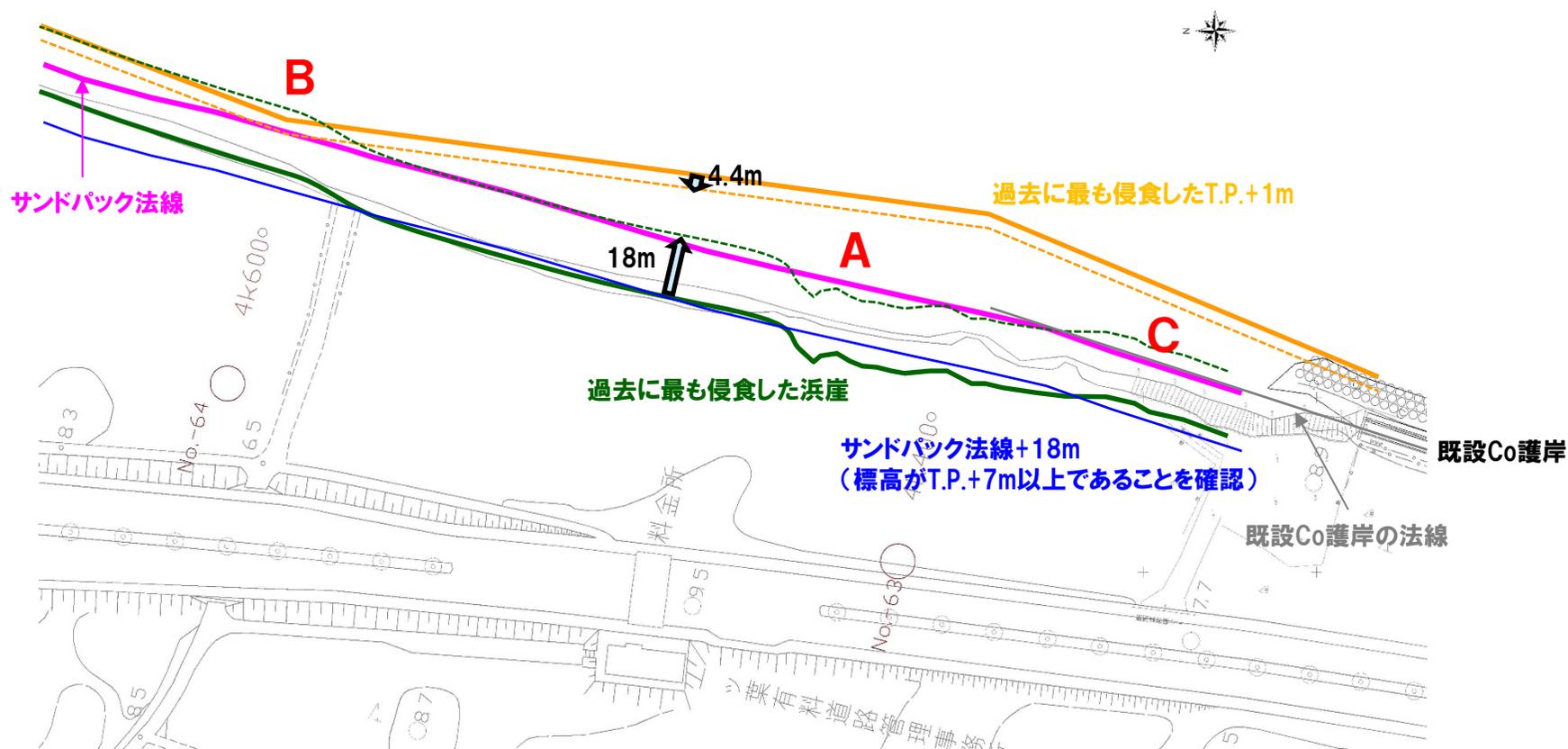
- ・過去最大侵食海浜断面のT.P.+7mをCP1とし、サンドバック法線までの距離を18m以上確保
- ・過去最大侵食海浜断面のT.P.+1mをCP2とし、サンドバック法線までの距離を4.4m以上確保
(サンドバック表法勾配1:1.5)
- ・CP1とCP2をいずれも満足するには CP1とCP2の距離が22.4m以上必要
- ・H25大炊田海岸はCP1及びCP2いずれも満足した法線が設定できていた。



②法線の考え方のステップアップの検討

平面的な法線の考え方	ステップアップのポイント	H26台風での状況も踏まえた確認結果
<p>■ 従来(H25大炊田海岸埋設護岸)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現在の砂丘を削らず、かつ、できるだけ砂浜をつぶさない。 ・法線は施工性を考慮してできるだけ直線とし、かつ、既設Co護岸よりも海側に設置する。 ・実際にはCP1(T.P.+7m)とCP3(既設Co護岸海側)により設定され、CL2(T.P.+1m)からの距離は制約になっていなかった。 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 海側に張り出している区間については埋設護岸の変状が生じやすかった。 ■ 施工時に十分な浜幅があっても短期間で浜幅が少なく、変状が生じた。
<p>■ H26ステップアップ案</p> <ul style="list-style-type: none"> ・弱点となる急な角部がない、滑らかな法線とする。 ・法線は、従来(H25大炊田海岸埋設護岸)と同様に、CL1から海側に18m以上、CL2から陸側に4.4m以上いずれも確保した位置に設置する。 ・上記を満たすことができない場合は、サンドバックの安定性を確保するために、CL2から陸側に4.4mの位置を法線とする。ただし、この場合においてもサンドバック法線から18mの位置の砂丘の高さがT.P.+7m以上であることを確認する。 ・海側に極力張り出さず、既設Co護岸よりも海側には設置しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大炊田での変状を考慮し、弱点となる角部のない滑らかな法線とする。 ■ 極力海側に張り出さず、既設Co護岸よりも海側に張り出さない位置とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 既設Co護岸よりも海側に張り出すとサンドバック、アスファルトマット等に変状が生じやすい。 ■ サンドバックの前に砂浜が確保されている区間では、サンドバック、アスファルトマット等の変状は生じていない。

- A: 「急な角部がない、滑らかな法線とする」により設定
- B: 「過去に最も侵食したT.P.+1mから陸側に4.4m以上」により設定
- C: 「海側に極力張り出さず、既設Co護岸よりも海側には設置しない」により設定



3) 維持管理のステップアップ

【局所的な侵食・洗掘への対応】

- ・侵食により、アスファルトマットの露出・沈下が生じると、サンドバックに継続的に波浪が作用し、サンドバックの変状・破損に繋がる。
- ・しかし、台風の来襲やカスプの移動に伴う局所的な侵食は予測困難である。
- ・これを解消するために、波浪が直接、サンドバックに作用する状態が継続する場合には、養浜や袋詰玉石等により、サンドバック海側を保護する。

【利用者の安全性の確保】

- ・背後養浜盛土において空洞は見られなかったが、パイピングが生じている可能性も棄却できていない。
- ・利用者の安全を確保するために、巡視による空洞兆候の把握や、養浜時における重機走行による空洞調査等を行い、利用者の安全を確保する。

【モニタリングと技術開発】

- ・サンドバックによる埋設護岸は新しい工法であり、工法の特徴のすべてが把握されたわけではない。
- ・このため、今後も測量を主体としたモニタリングを行うとともに、より有用な洗掘対策工の開発等も継続して実施していく。