



## 3.4 地形調査

### 【地形調査の目次】

3.4.1 調査目的.....	3-56
3.4.2 調査内容.....	3-57
3.4.3 調査結果.....	3-60
(1) 潮位の経年変化.....	3-60
(2) 潮位別干潟面積の経年変化.....	3-61
3.4.4 干潟地形の経年変化.....	3-64
3.4.5 橋脚周辺の地形の経年変化.....	3-88
3.4.6 調査結果を踏まえた事業の影響の考察.....	3-93

### 3.4.1 調査目的

地形は、生態系や人の生活、生産の基盤を形成する重要な要素である。また自然景観を成立させている重要な要素であり、かつ、それ自身で学術的教育的な価値が認められる。一方で、地形は、一度改変されるとその復元は不可能であり、また、不適切な地形改変は自然災害の原因ともなる。

下部工（橋脚）の整備、または下部工の存在は、水象、植物、動物、生態系、景観、人と自然との触れ合い活動の場等に直接的又は間接的な影響を引き起こす可能性もあることから、その安定性を監視することが必要である。

地形調査は、事業実施期間中の地形の状態を監視するため、周辺干潟の地形並びに汀線データを航空レーザー計測と深淺測量によって取得するとともに、その他の環境モニタリング調査の検討資料とすることを目的として実施してきた。

### 3.4.2 調査内容

地形調査の実施状況を表 3.4-1 に航空レーザー測量の調査概要を表 3.4-2 に示す。

表 3.4-1 地形調査の実施状況

年度	概要
H15	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：8/11 ②：3/10) 水中部：深浅測量 年2回 (①：9/10,11,14 ②：3/12,13)
H16	地上部：航空レーザー測量 年3回 (①：10/14 ②：11/8 台風後調査 ③：3/14) 水中部：深浅測量 年2回 (①：10/15,29 ②：3/29)
H17	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：9/30 ②：4/1) 水中部：深浅測量 年2回 (①：6/16 ②：9/23~26 ③：3/27,28)
H18	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：11/1 ②：4/19) 水中部：深浅測量 年2回 (①：6/12 ②：11/9,29 ③：4/23~25)
H19	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：10/7 ②：3/22) 水中部：深浅測量 年3回 (①：6/20~22 ②：10/10,11 ③：3/27,28)
H20	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：11/12 ②：4/11) 水中部：深浅測量 年2回 (①：11/7~10 ②：4/3~5)
H21	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：10/15 ②：3/30) 水中部：深浅測量 年2回 (①：11/12,16,18,19,25 ②：3/29~4/1,3)
H22	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：10/6 ②：4/2) 水中部：深浅測量 年2回 (①：11/14~16 ②：3/28~30)
H23	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：10/12 ②：4/9) 水中部：深浅測量 年2回 (①：10/11~13 ②：3/22,24,26,28)
H24	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：11/10 ②：3/29) 水中部：深浅測量 年2回 (①：11/7~9 ②：4/4,5,8)
H25	地上部：航空レーザー測量 年2回 (①：10/18 ②：3/31) 水中部：深浅測量 年2回 (①：10/21,22,30 ②：3/25,27,28,4/8)

※春季の地形調査は、年度をまたいで4月に調査を実施した場合、前年度の調査項目として整理。

平成16年度は、大規模な台風が生じており、11/8に台風後調査として地上部の測量を実施した。

表 3.4-2 調査概要

項目	作業内容
基準点選点	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上での GPS 観測に先立ち、計測対象地区より 30km 以内に 1 点の基準点 (三角点などの地上基準点) を選点。</li> <li>基準点として「徳島」電子基準点を利用。</li> </ul>
航空レーザー計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>レーザー測距装置、GPS 受信機及び IMU(姿勢計測装置)によって構成される航空レーザー計測装置を使用して計測を実施。</li> </ul>
カラー航空写真撮影	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空レーザー計測と同時に画像を取得。</li> </ul>
GPS 観測、解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空レーザー計測時に、航空機上、「徳島」電子基準点で GPS 観測を実施。</li> <li>取得したデータの PDOP、衛星数を解析し、取得データを確認。</li> </ul>
データ処理 ・一次計測データ作成 ・地物フィルタリング処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>取得した機上データおよび地上 GPS データを用いて、地表に照射されたレーザー計測点の座標値を算出し、三次元の一次計測データを作成。</li> <li>レーザー計測のコース間毎の標高点検、調整用基準点 (深淺測量測線の右岸堤防道路面に設定) による標高値検証を行い、三次元計測データの精度を検証。</li> <li>一次計測データに対して、樹木や人工構造物などの地物を除去するフィルタリング処理を行い、地形を表すグラウンド点群データを作成。</li> <li>グラウンド点群データと、干潟内の深淺測量データを比較し、グラウンドデータにおけるフィルタリング漏れの有無を確認。</li> <li>標高値の基準は港湾 D.L. (T.P.=東京湾平均海面: -0.978m) とした (図 3.4-1 を参照)。</li> </ul>
DEM 作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形を表す点群データに対して内挿計算をほどこすことにより、グリッド 1m×1m の数値標高データ (DEM) を作成。</li> </ul>
等高線データ作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>DEM データをもとに間隔 0.25m の等高線データを作成。</li> </ul>
オルソフォト作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空レーザー計測実施と同時に撮影したカラー航空写真に、位置・姿勢情報を与え、地形やカメラの傾き等に起因する画像の歪み処理をおこない、簡易正射変換画像 (オルソフォト) を作成。</li> <li>デジタルモザイクをほどこし、画像接合を実施。</li> </ul>
汀線データの作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>オルソフォトを CAD ソフトに取り込み、水際線を目視で判断しトレースし、計測実施時点の汀線データを作成。</li> <li>深淺測量データ、航空レーザー計測データの両方を使用し、T.P.、A.P. 及び港湾 D.L.、D.L.+0.783m、年平均潮位、朔望平均満潮位、朔望平均干潮位での汀線データを作成。</li> <li>年平均潮位、朔望平均満潮位、朔望平均干潮位は気象庁潮汐資料として HP (<a href="http://www.jma.go.jp/jp/choi/">http://www.jma.go.jp/jp/choi/</a>) で公開されている小松島検潮所の記録を基に、利用可能な直近の一年平均を用いた。</li> </ul>
DEM 差分法による地形変動量解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>前回実施した調査時に作成した DEM データとの差分を計算し、地形の変動量を解析。</li> </ul>
干潟面積の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>朔望平均潮位、朔望平均満潮位、朔望平均干潮位時の水位をもとに干潟の面積を算出</li> <li>面積区分として河口干潟および住吉干潟の中州、グランド脇の 3 区分に分類して整理</li> </ul>

[使用した基準]

阿波しらすぎ大橋環境モニタリング調査では、高さの基準を『平成 14 年度 緊急地方道路整備工事 徳島東環状線(吉野川橋梁)徳島市住吉 6 丁目~川内町 成果報告書』でまとめられている港湾 D.L. (T.P.-0.978m) としている。

港湾 D.L. と T.P. (東京湾平均海面)、A.P. (阿波工事基準面) の関係を図 3.4-1 に示す。

また、汀線データ作成のための年平均潮位、朔望平均満潮位、朔望平均干潮位は気象庁潮汐資料 (<http://www.jma.go.jp/jp/choi/>) で公開されている小松島検潮所の月統計値を基に利用可能な直近の一年平均を用いた。

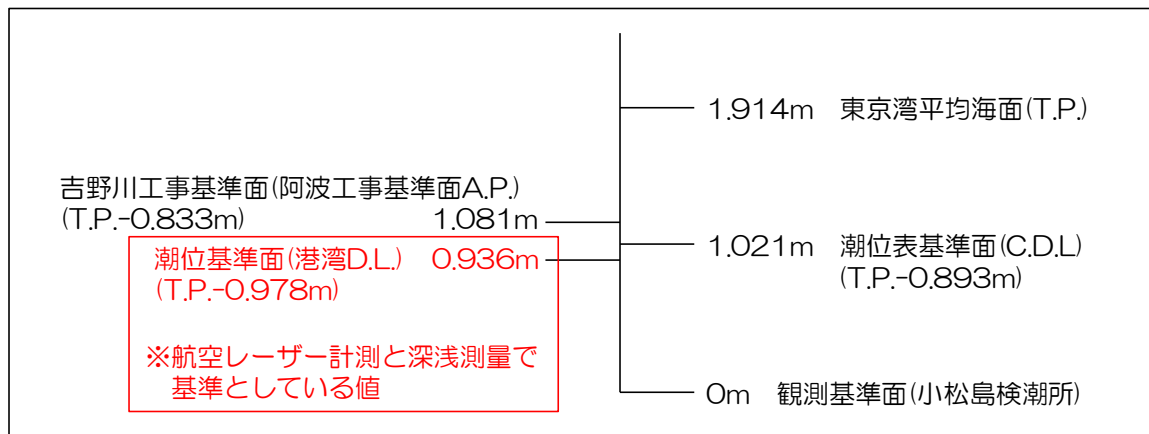


図 3.4-1 潮位及び各種基準面高さの関係

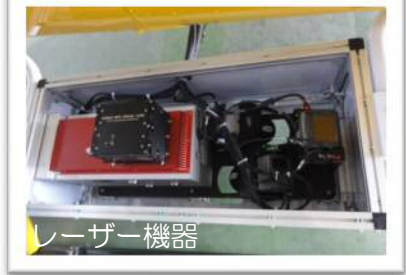
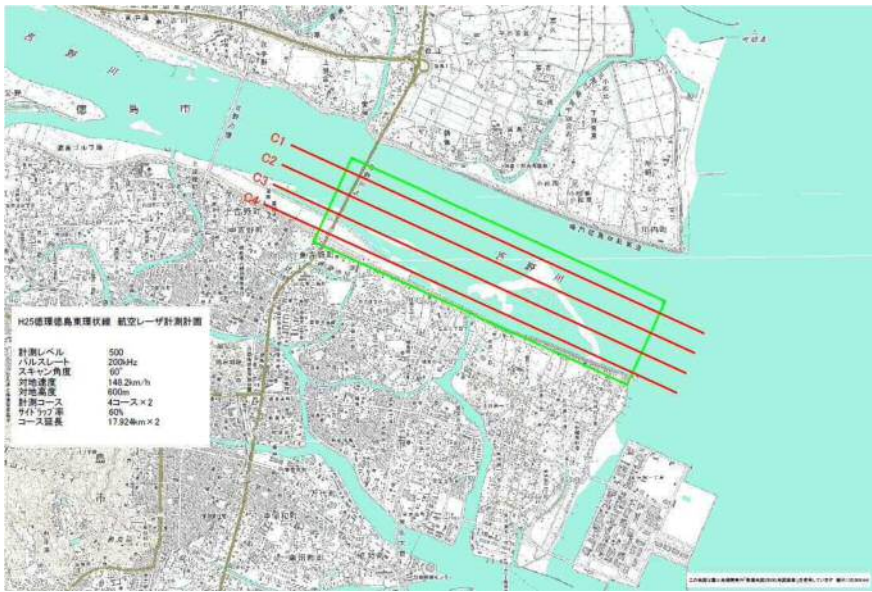


図 3.4-2 航空レーザー測量計測コース図（平成 25 年度）



図 3.4-3 深浅測量線（平成 25 年度 測線間隔約 50m）

### 3.4.3 調査結果

#### (1) 潮位の経年変化

表 3.4-2、図 3.4-4 に干潟面積計算の範囲とした調査時の潮位の経年変化を示す。

潮位は平成 16 年 1 月、11 月及び平成 17 年 3 月に年平均潮位、朔望平均満潮位、干潮位ともにやや高い値を示し、それ以降は大きな変化が見られなかったが、平成 23 年度以降の調査時には潮位が高い傾向を示した。

表 3.4-2 調査時の潮位

調査日	潮位 (D.L.m)		
	朔望平均満潮位	年平均潮位	朔望平均干潮位
H15.8.11	1.971	1.136	0.054
H16.3.10	1.971	1.098	0.042
H16.10.14	2.106	1.169	0.089
H16.11.8	2.105	1.162	0.089
H17.3.14	2.131	1.178	0.102
H17.9.30	1.921	1.082	-0.012
H18.4.1	1.856	1.045	-0.004
H18.11.1	1.918	1.118	0.043
H19.4.19	1.856	1.045	-0.004
H19.10.7	1.921	1.093	0.021
H20.3.22	1.893	1.075	0.001
H20.11.12	1.879	1.080	0.000
H21.4.11	1.895	1.060	-0.012
H21.10.15	1.882	1.056	-0.013
H22.3.30	1.911	1.085	0.040
H22.10.6	1.948	1.113	0.038
H23.4.2	1.955	1.123	0.087
H23.10.12	2.020	1.133	0.110
H24.4.9	2.048	1.164	0.108
H24.11.10	2.020	1.133	0.110
H25.3.29	2.048	1.164	0.108
H25.10.18	1.959	1.135	0.072
H26.3.31	1.931	1.098	0.064

注意：潮位は、調査日直近の 1 年管理潮位記録を用いて計算した。  
(気象庁 HP の小松島潮位記録を使用)

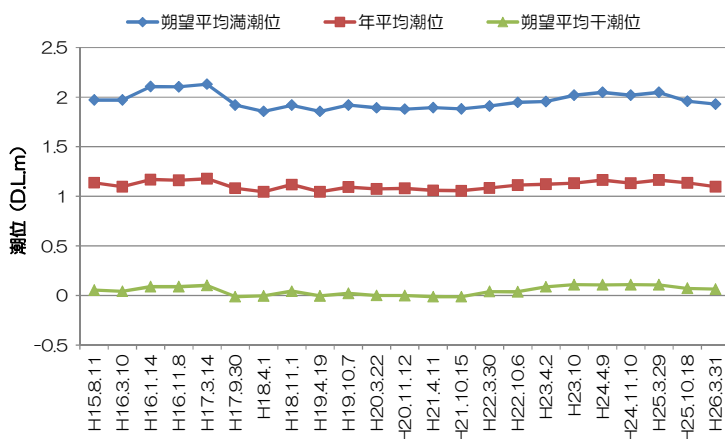


図 2.4-4 調査時の潮位の経年変化

(2) 潮位別干潟面積の経年変化

表 3.4-3 に、潮位別の干潟面積について、調査開始当初から環境モニタリング調査が終了した平成 25 年度調査までを示す。また、図 3.4-5 に朔望平均満潮位、図 3.4-6 に年平均潮位、図 3.4-7 に朔望平均干潮位の干潟別面積の経年変化を示す。

表 3.4-3 潮位別干潟面積（平成 15 年度～25 年度）

調査日	項目	朔望平均満潮位面積			年平均潮位面積			朔望平均干潮位面積
		河口干潟	住吉干潟	合計	河口干潟	住吉干潟	合計	合計
	季節							
H15.8.11	夏季	131,395	27,972	159,367	345,437	78,529	423,966	-
H16.3.10	春季	102,835	15,445	118,280	355,785	72,763	428,548	-
H16.10.14	秋季	110,502	15,195	125,697	297,476	72,619	370,095	848,748
H16.11.8	出水後	120,025	22,195	142,220	333,787	101,205	434,992	-
H17.3.14	春季	99,381	5,628	105,009	308,901	64,259	373,160	859,255
H18.4.1	春季	152,956	23,333	176,289	317,148	72,865	390,013	890,895
H18.11.1	秋季	165,083	28,837	193,920	345,742	79,095	424,837	863,255
H19.4.19	春季	146,531	20,809	167,340	271,818	66,963	338,781	796,797
H19.10.7	秋季	136,432	8,087	144,519	312,186	64,886	377,072	865,664
H20.3.22	春季	138,428	13,462	151,890	323,434	66,158	389,592	854,349
H20.11.12	秋季	157,991	28,347	186,338	327,399	61,145	388,544	868,128
H21.4.11	春季	131,117	12,587	143,704	320,841	57,991	378,832	923,911
H21.10.15	秋季	147,585	11,255	158,840	326,683	55,715	382,398	922,037
H22.3.30	春季	148,173	12,949	161,122	357,213	61,691	418,904	933,371
H22.10.6	秋季	155,417	13,501	168,918	351,258	58,822	410,080	926,197
H23.4.2	春季	151,603	12,585	164,188	347,236	57,167	404,403	911,932
H23.10.12	秋季	139,556	10,522	150,078	335,601	59,950	395,551	897,634
H24.4.9	春季	141,785	8,662	150,447	352,375	57,443	409,818	926,813
H24.11.10	秋季	161,030	11,089	172,119	347,769	54,015	401,784	910,651
H25.3.29	春季	171,467	11,808	183,275	371,153	55,884	427,037	937,993
H25.10.18	秋季	177,972	9,475	187,447	350,856	49,671	400,527	902,101
H26.3.31	春季	186,247	10,280	196,527	372,796	52,125	424,921	927,657

注 1：H15.8.11、H16.3.10、H16.11.8 の調査時は、深浅測量の観測記録が不十分であったため、朔望平均干潮位面積の計算が出来なかった。

注 2：朔望平均干潮位の面積は、調査日によって朔望平均干潮位時に河口干潟と住吉干潟が繋がることで干潟の区別できない場合があるため、合計値のみを記載している。

注 3：地形調査は、通常春季、秋季の年 2 回調査であったが、H16.11.8 は平成 16 年の台風 23 号による出水後の状況を把握するため、臨時で調査を行った。

注 4：平成 17.9.30 に地形調査を実施しているが、計測結果のデータが面積を算定できるものではなかったため、示していない。

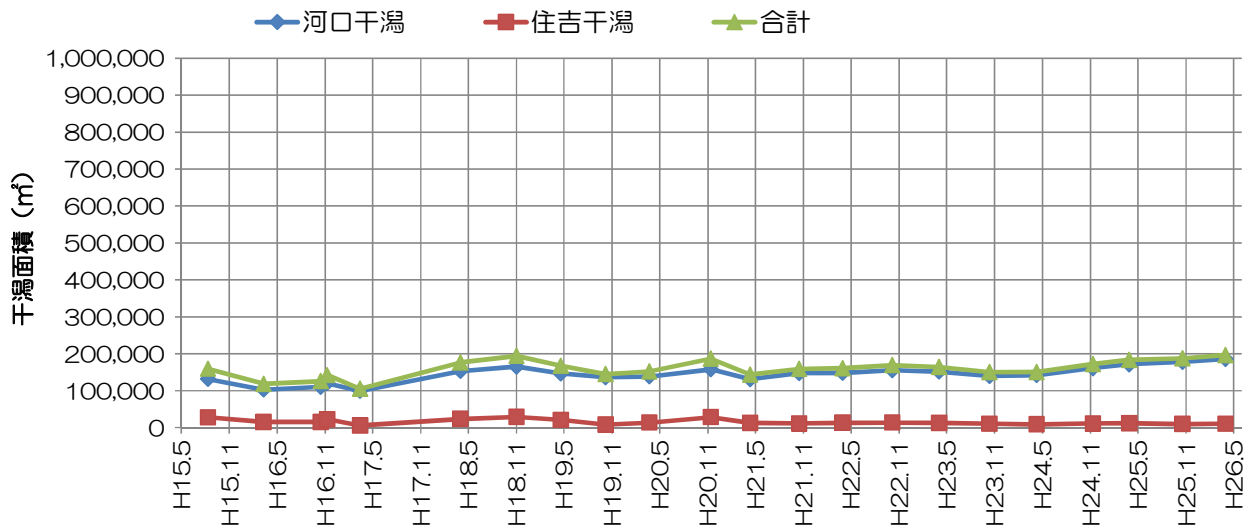


図 3.4-5 干潟面積の変遷状況 (朔望平均満潮位)

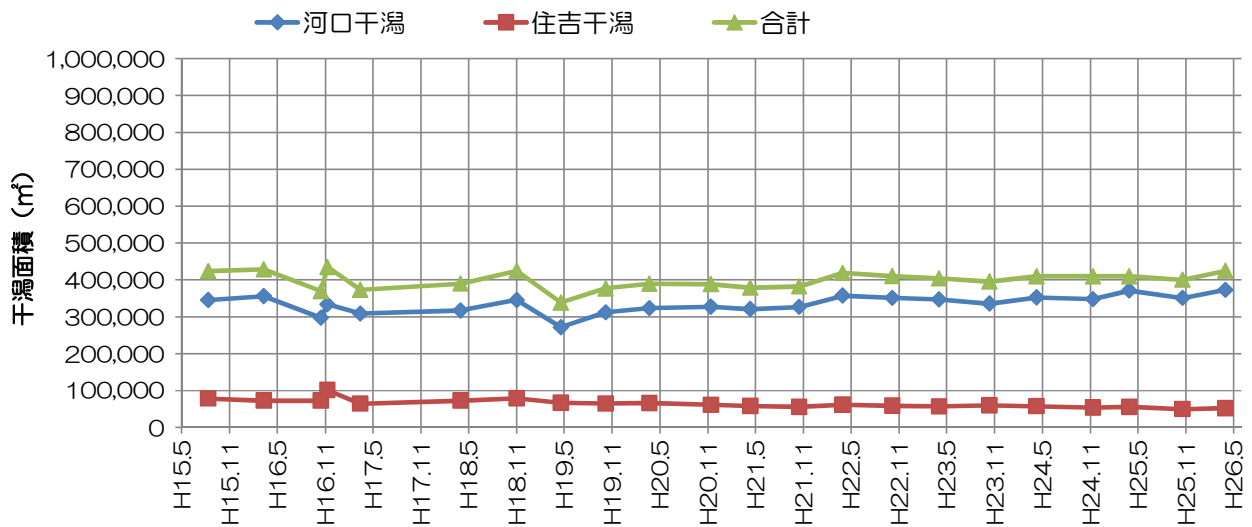


図 3.4-6 干潟面積の変遷状況 (年平均潮位)

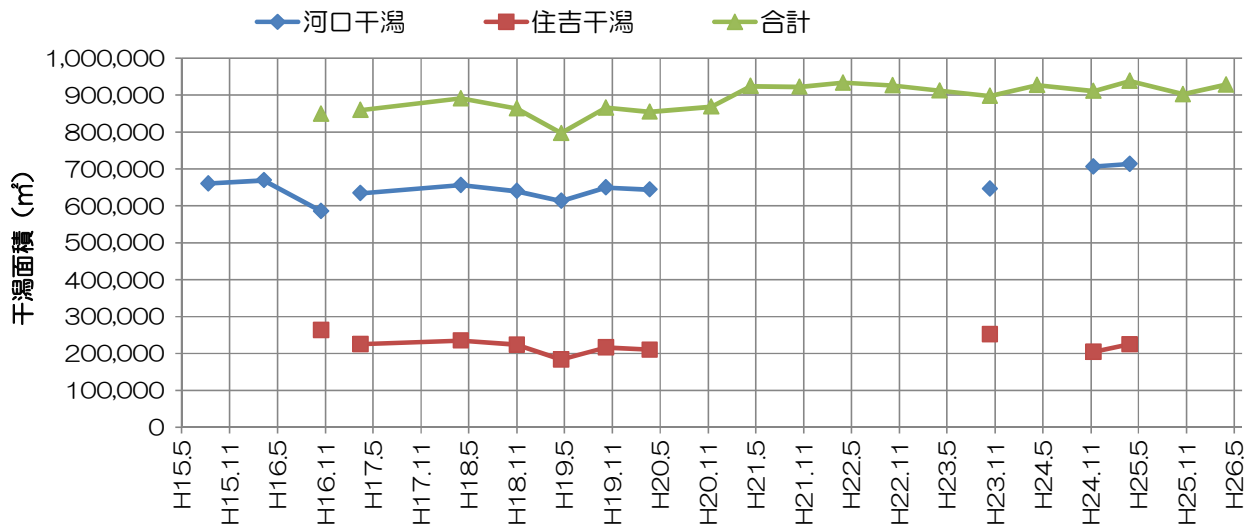


図 3.4-7 干潟面積の変遷状況 (朔望平均干潮位)

### ①朔望平均干潮位の面積変化

朔望平均干潮位の面積は、調査日によって朔望平均干潮位時に河口干潟と住吉干潟が繋がることで干潟の区別できない場合があるため、合計値のみを表 3.4-3 に示している。

干潟全体の面積は、H19.4.19 に面積がやや減少（約 80 万 m<sup>2</sup>）、H18.4.1 に面積がやや増加（89 万 m<sup>2</sup>）した以外は、H20.11.12 まで横ばい傾向で推移していた。H21.4.11～H22.3.30 では概ね 92～94 万 m<sup>2</sup>、H22.3.30～H23.4.2 では概ね 91～93 万 m<sup>2</sup>、H23.4.2～H24.4.9 では概ね 91～93 万 m<sup>2</sup>、H24.4.9～H26.3.31 では概ね 91～94 万 m<sup>2</sup> で推移している。

なお、朔望平均干潮位の面積は、H15.8.11、H16.3.10、H16.11.8 に深浅測量の観測記録が不十分であったため計算が出来なかった。

### ②年平均潮位の面積変化

河口干潟の面積は、調査前に出水が数回発生していた H16.10.14 に減少後、台風 23 号の出水による影響を把握するため行った H16.11.8 調査では増加した。その後は H18.11.1 での少しの増加や、H19.4.19 での減少等、変動はみられるものの概ね横ばい傾向であった。

住吉干潟の面積は、平成 16 年の台風 23 号による出水後である H16.11.8 に増加したが、H17.3.14 には、出水前と同程度まで減少し、その後はほぼ横ばい傾向であった。

干潟全体の面積は、面積の大きい河口干潟と同様の変化を示していた。



### 3.4.4 干潟地形の経年変化

図 3.4-8 に、レーザー測量と深淺測量から算出した 1 m×1 mメッシュの DEM データによる地形図と調査毎の差分図を、橋脚建設の進捗状況と水位、降水量の変化図とともに示す。

地形図、差分図からみた干潟地形の全体の変化傾向は以下の通りである。

- 大きな地形変化は、平成 16 年に 4 回発生した台風の影響による出水時に発生している。
- 平成 16 年の出水により大きく変化した地域は以下の 3 カ所であった。
  - ① 右岸水路部河口側で、河口干潟から右岸まで接岸していた砂州が切断され、河口干潟と右岸側が分断された。
  - ② 河口干潟左岸側の干潟中央部の砂州が出水後に消失した。
  - ③ 河口干潟上流側の潮上帯砂丘部が、出水後に切断された。
- 平成 16 年以外の時期の地形変化は、河口干潟の河口側と本流側（左岸側）の朔望平均干潮位付近と朔望平均満潮位付近で変化する事が多かった。これら地域の地形変化は、海域からの波浪や本流域の流れの影響を受け生じていると考えられる。
- 出水があまり発生しない時期における上記以外の地域の地形変化は、毎回小さいものであった。
- 平成 19 年頃から台風の上陸数が少ないことから、干潟面積が増大していたが、平成 23 年度に発生した強い台風の影響によって平成 23 年の秋頃に干潟面積が小さくなった。しかし、平成 24 年の春季に朔望平均干潮位における面積が増大した。
- 平成 25 年の春季から秋季にかけて全体的に干潟面積が縮小しており、これは出水による影響と考えられる。また、平成 25 年の秋季から平成 26 年の春季にかけて全体的に干潟面積が拡大しており、これは前述の出水によって沖合に流出した土砂が、再び戻ってきている影響であると考えられる。

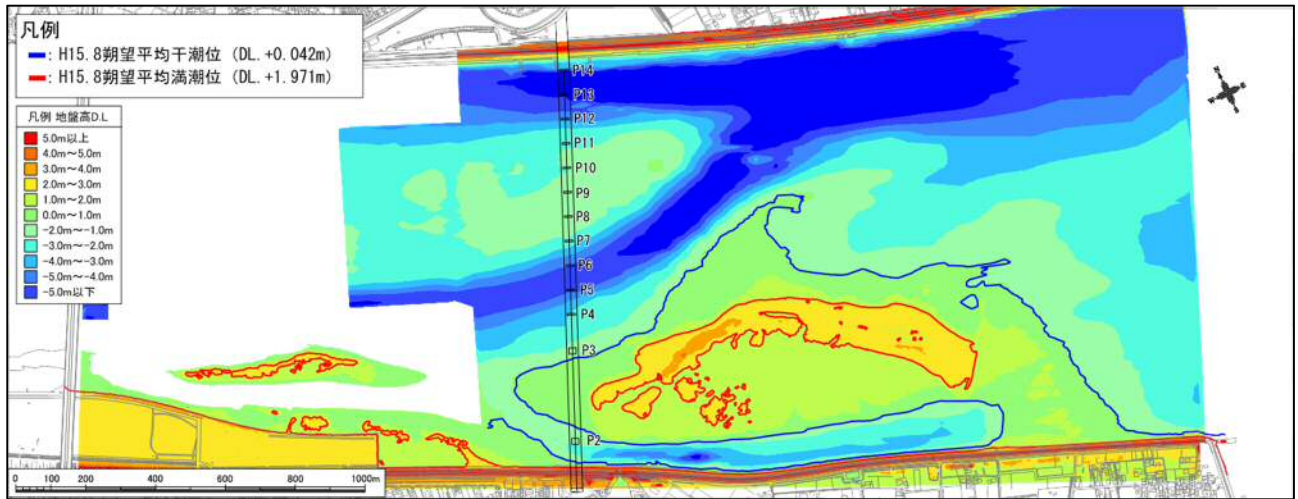
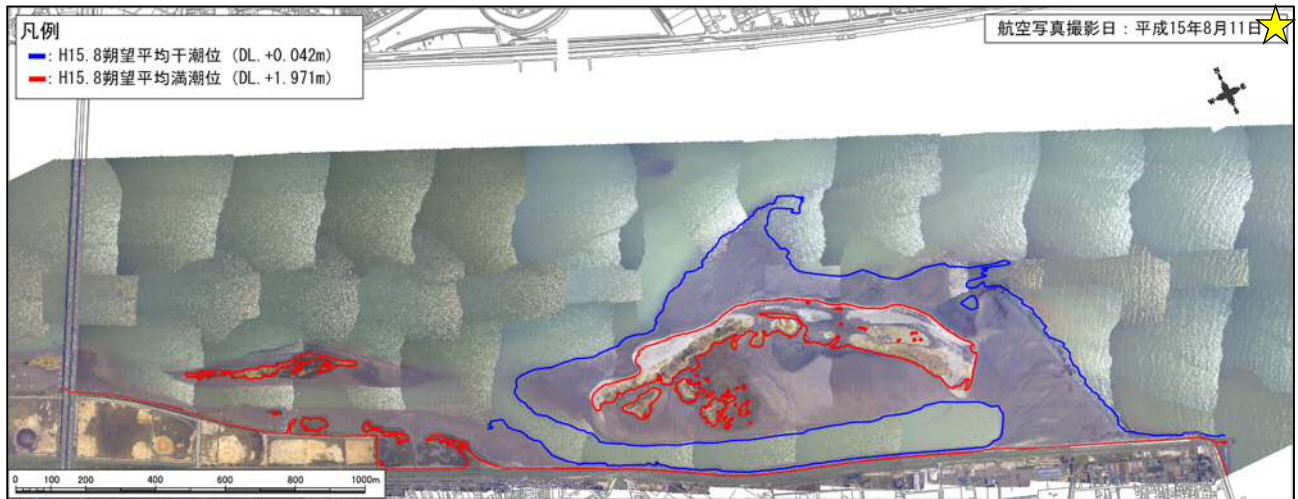
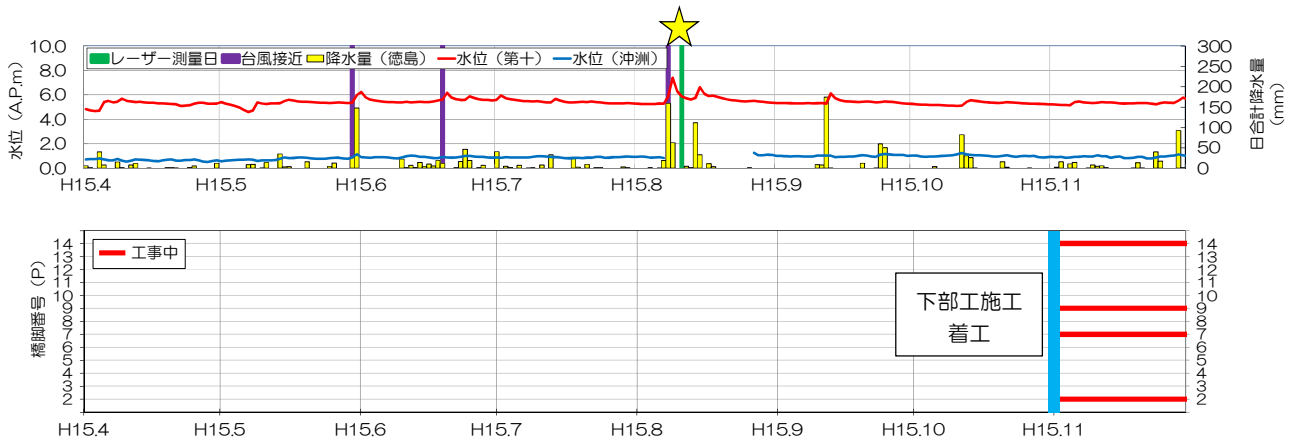


図 3.4-8(1) 平成 15 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図)

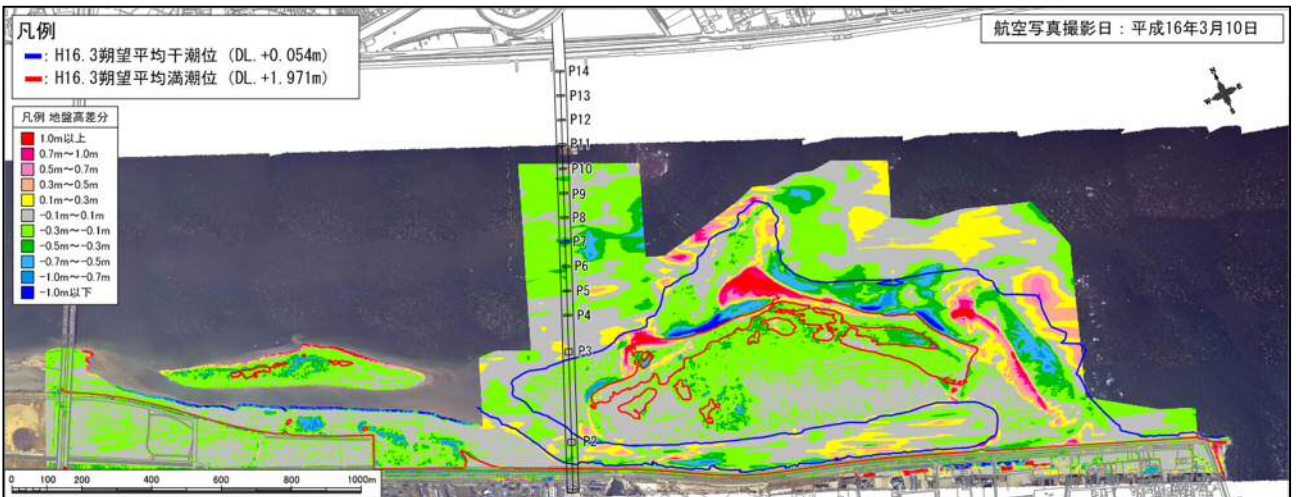
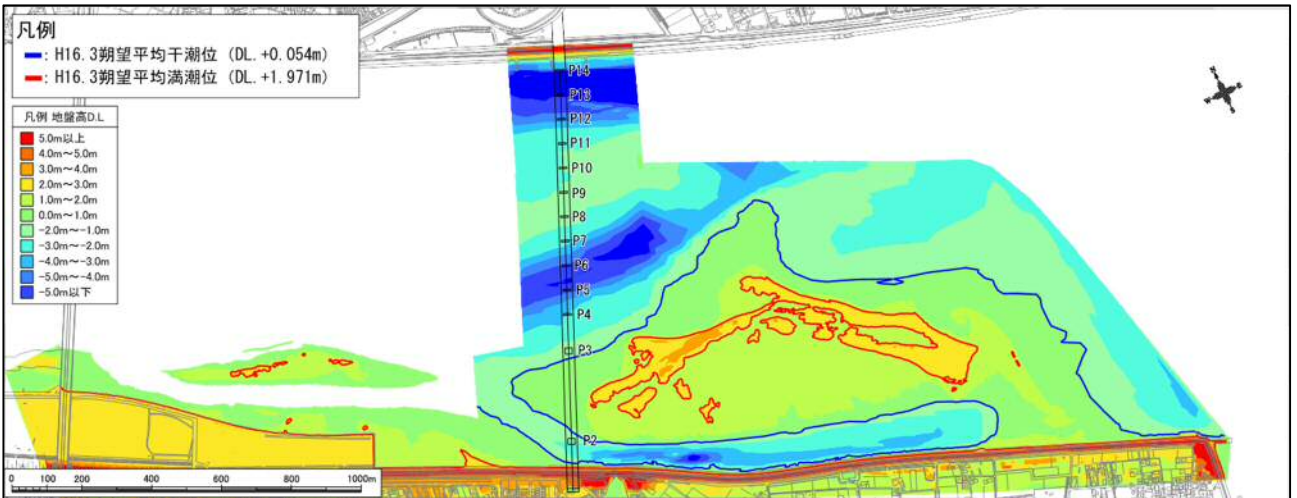
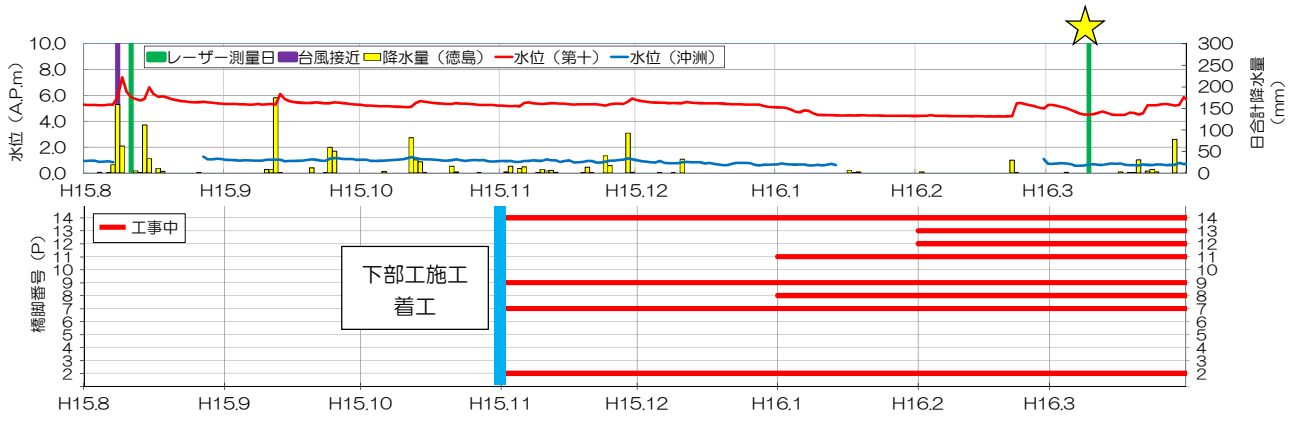


図 3.4-8(2) 平成 15 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

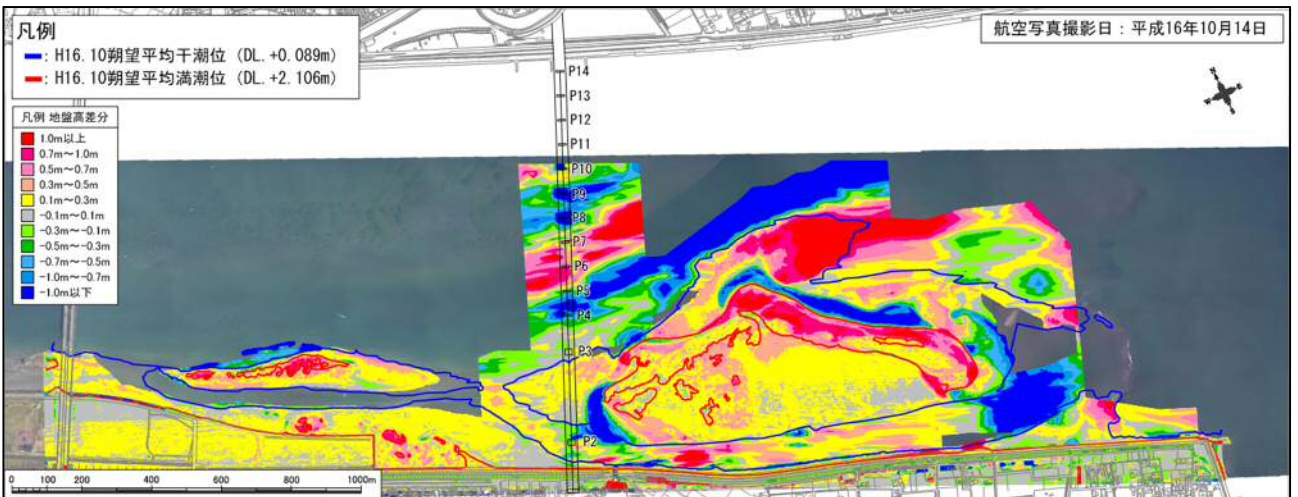
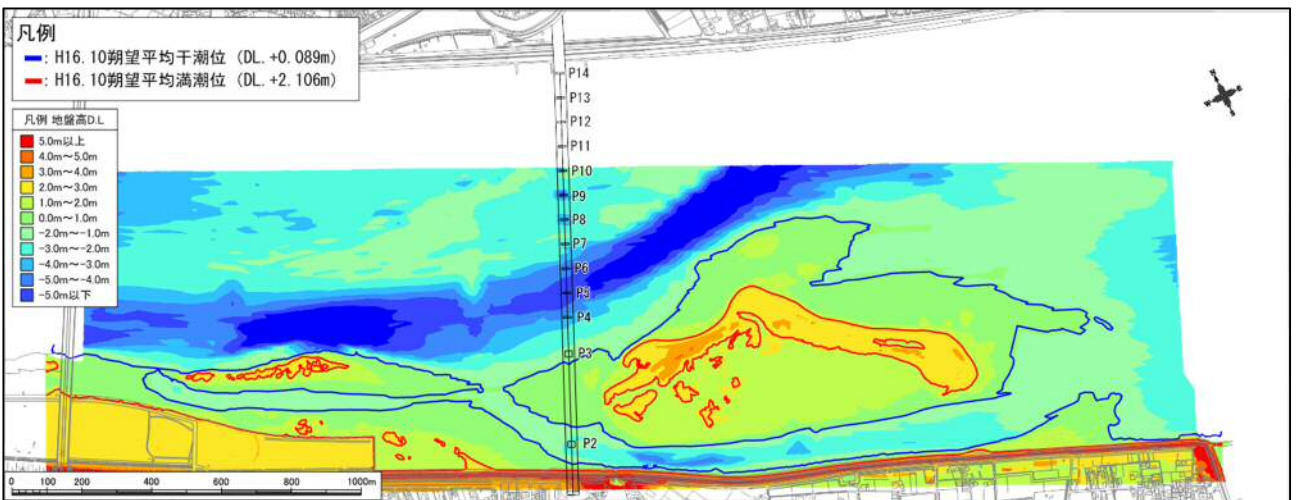
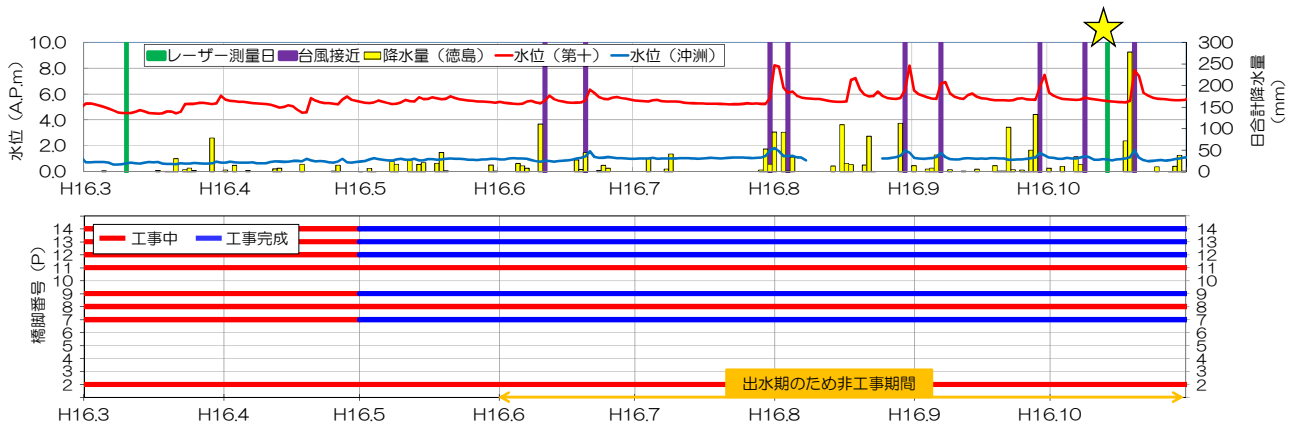


図 3.4-8(3) 平成 16 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

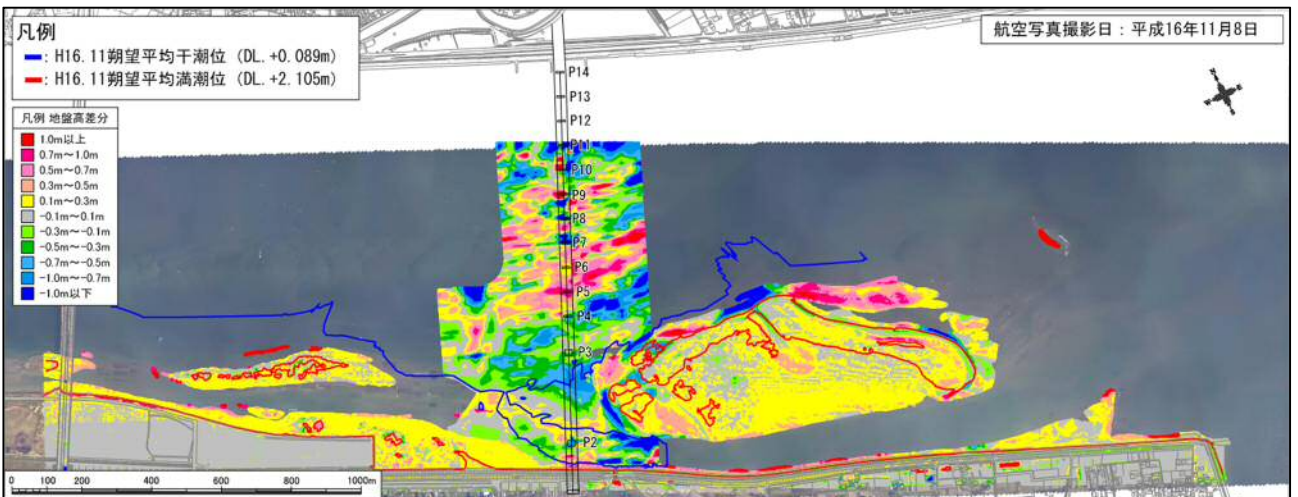
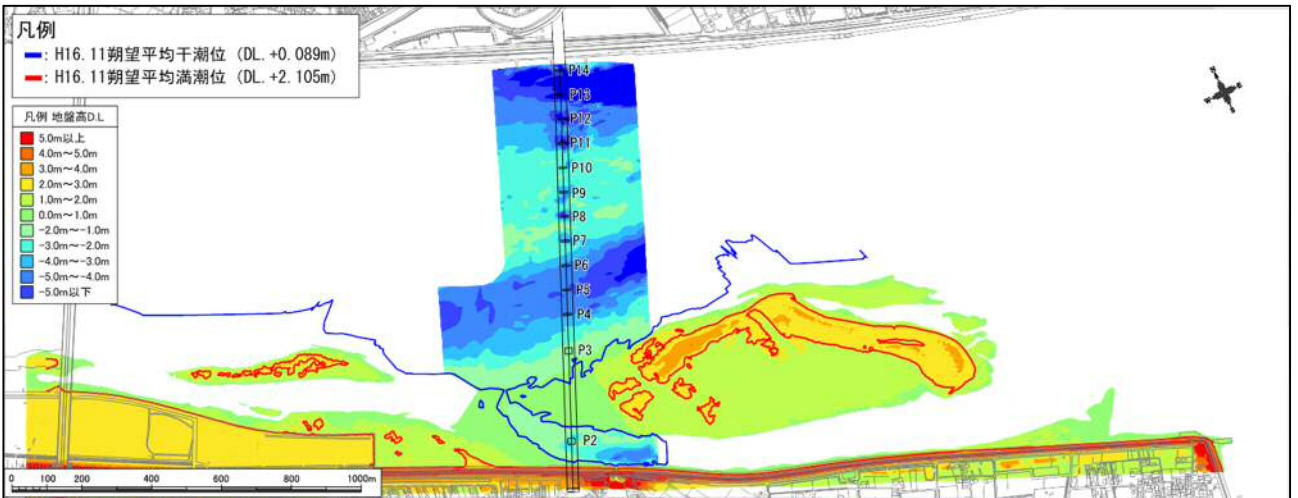
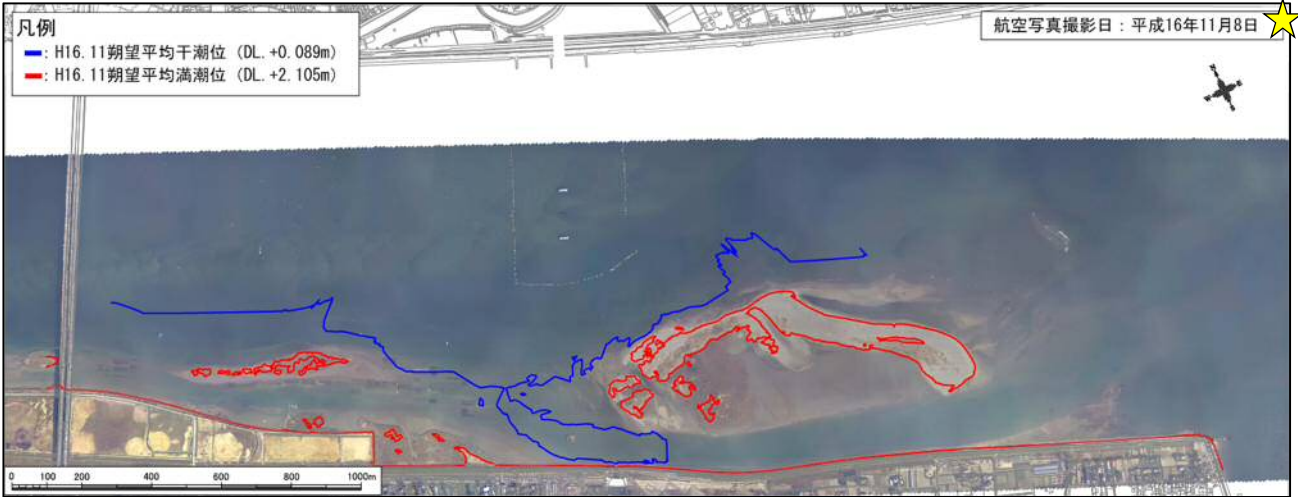
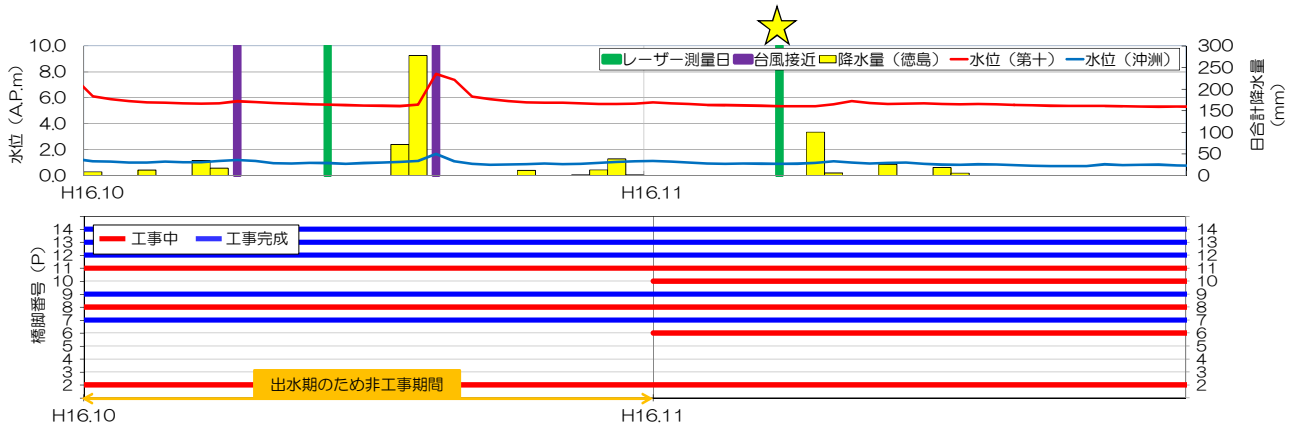


図 3.4-8(4) 平成 16 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

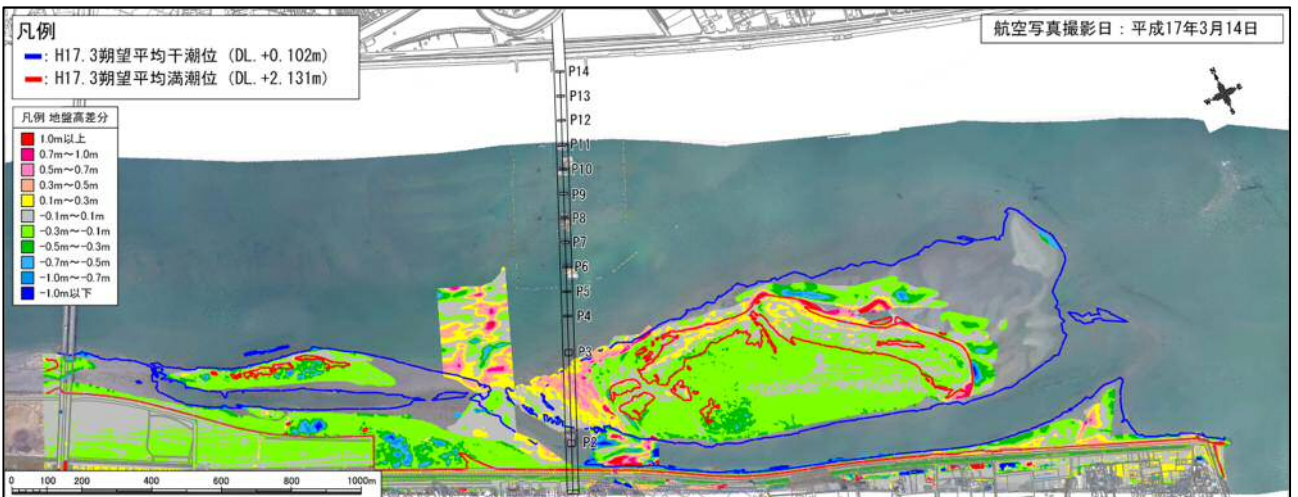
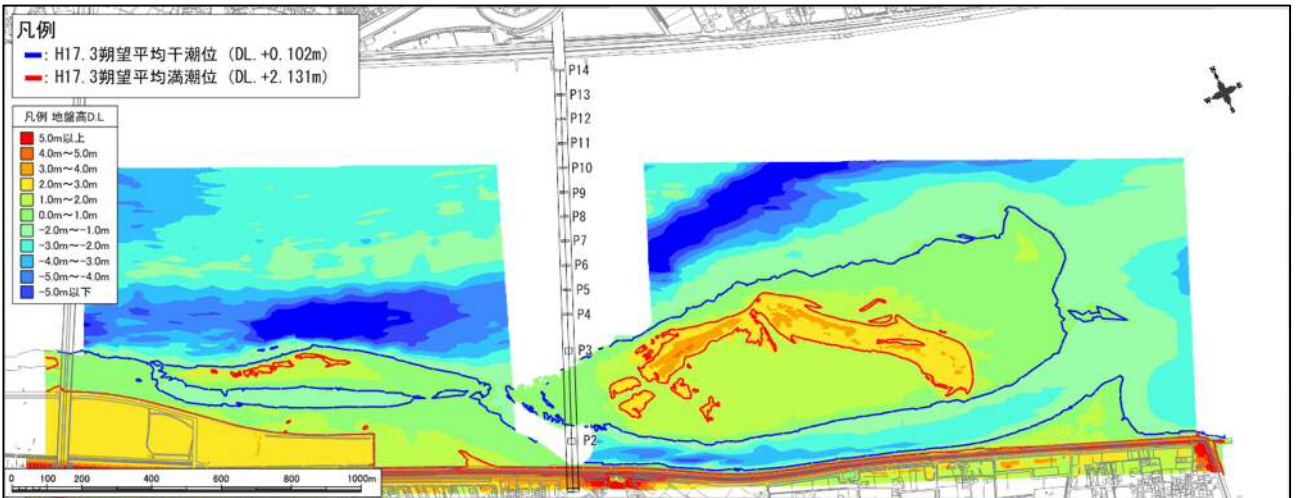
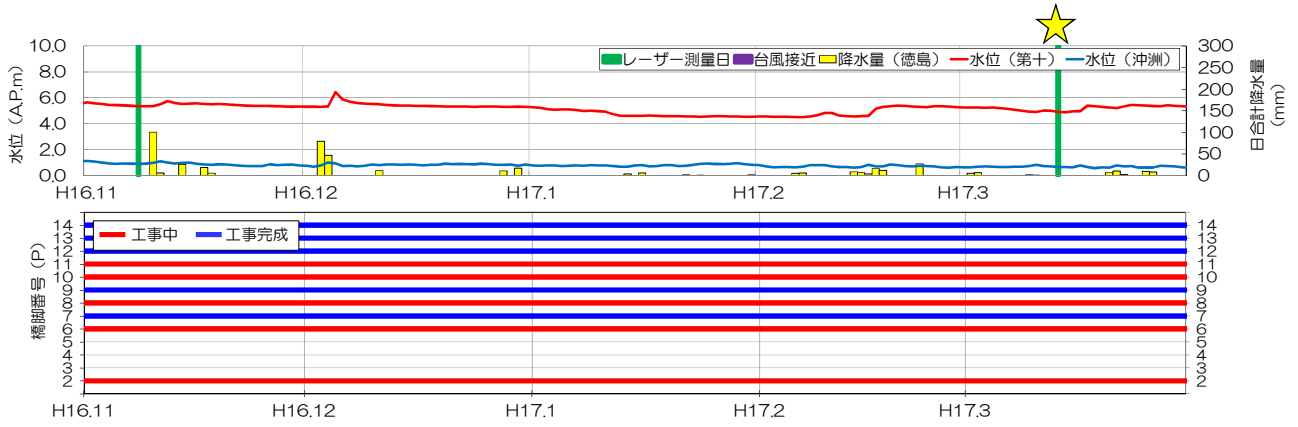


図 3.4-8(5) 平成 16 年度地形調査③ (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

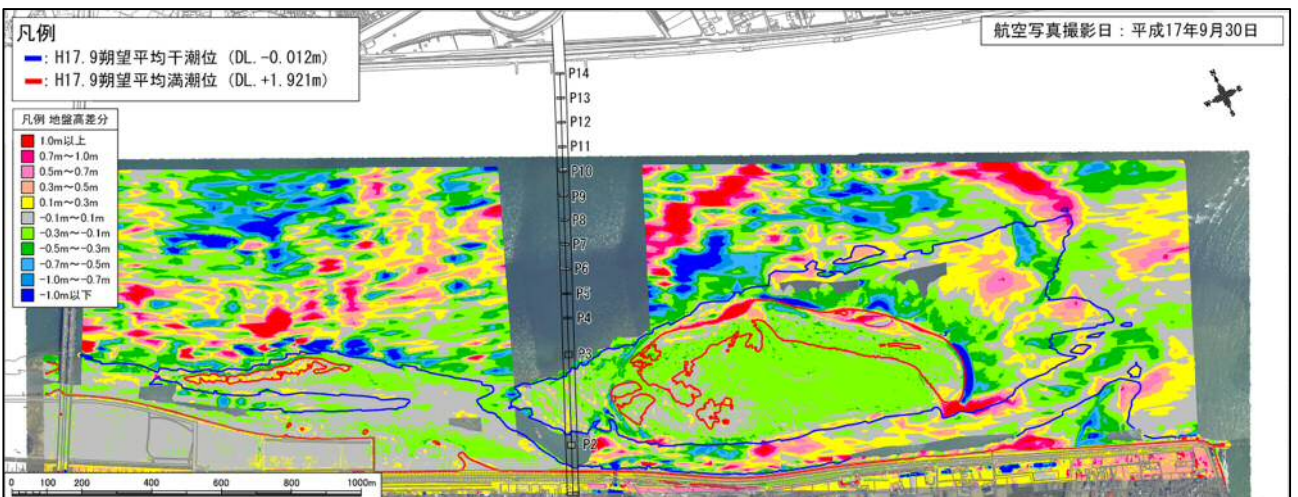
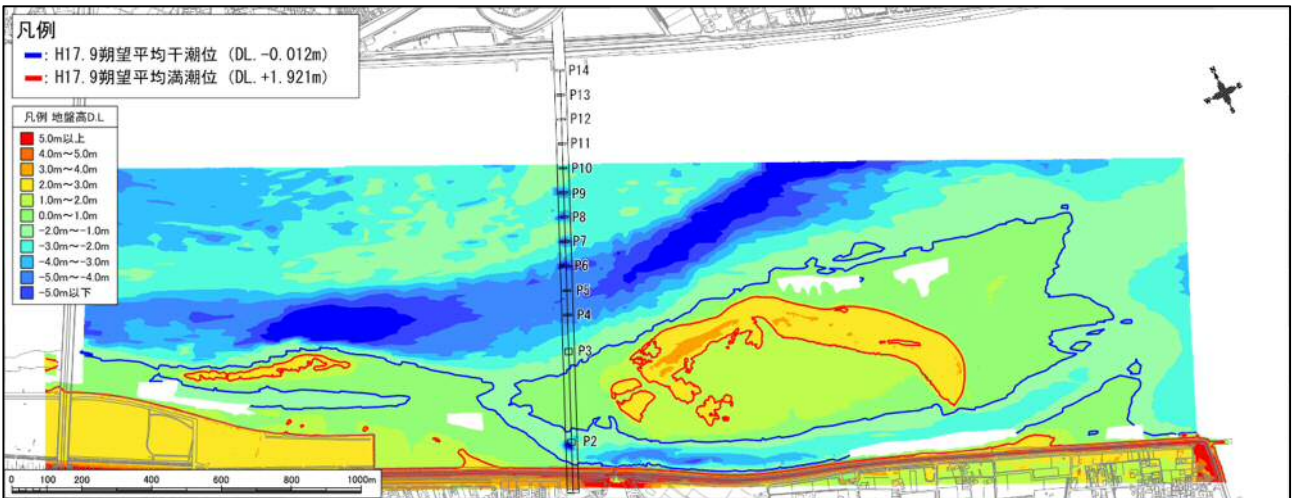
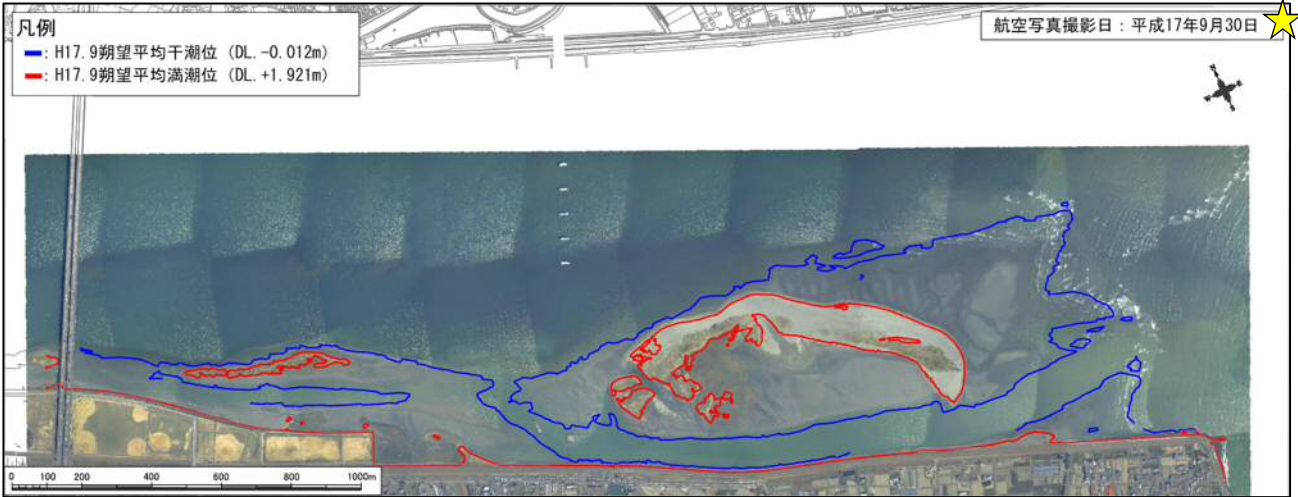
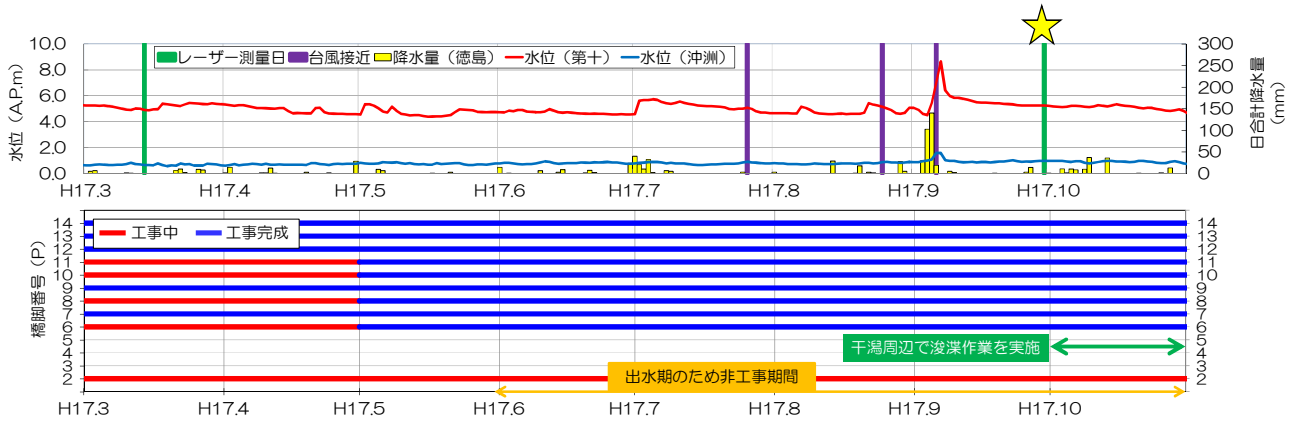


図 3.4-8(6) 平成 17 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

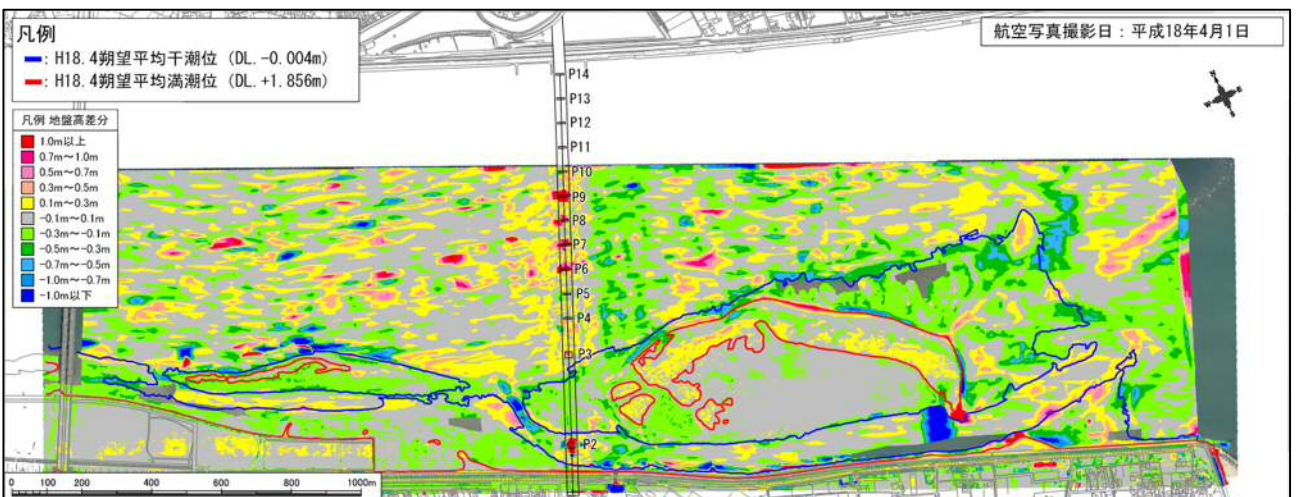
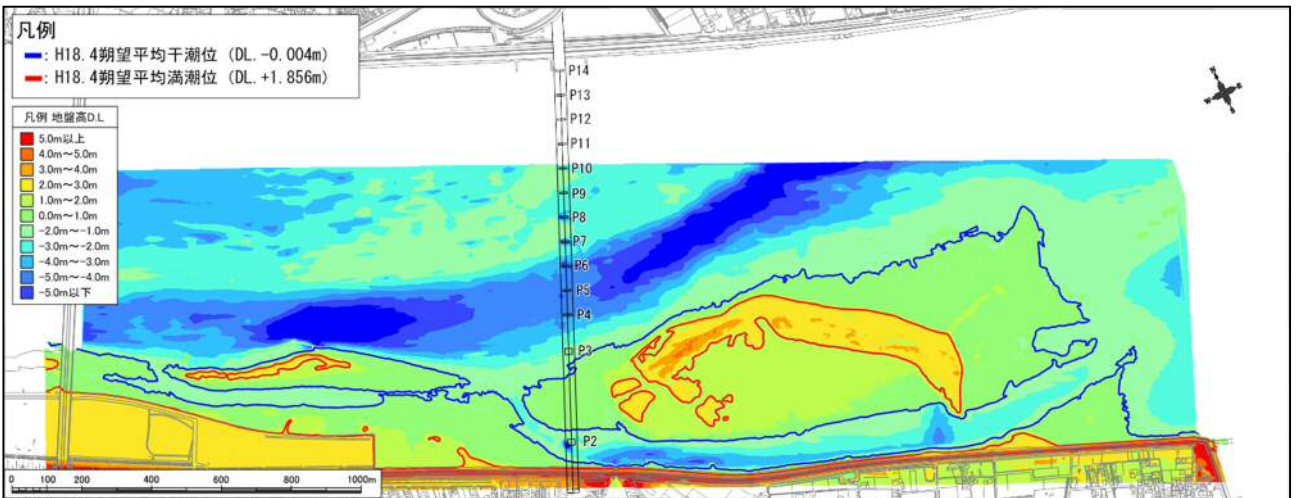
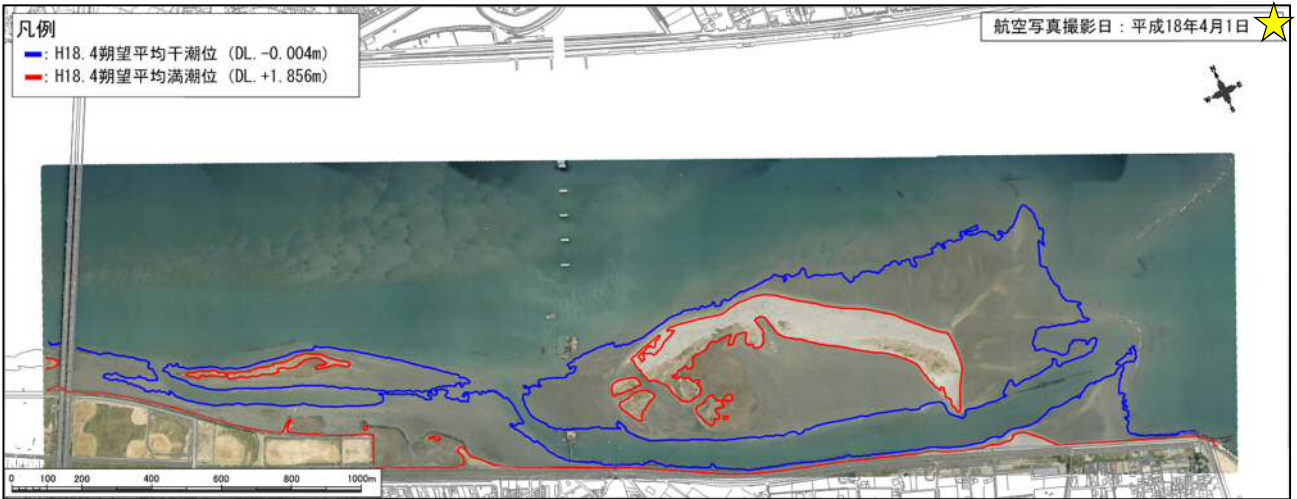
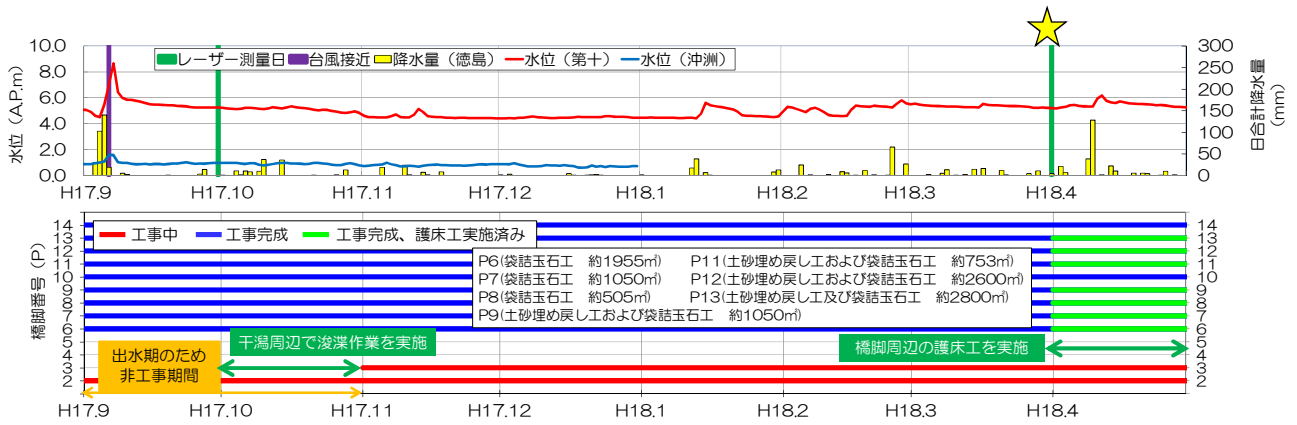


図 3.4-8(7) 平成 17 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))



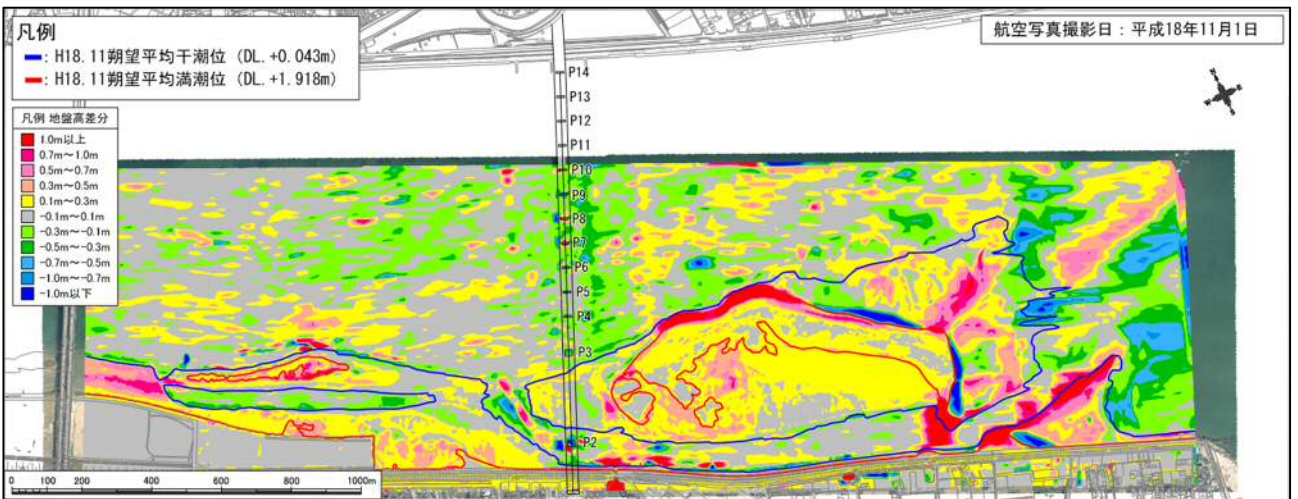
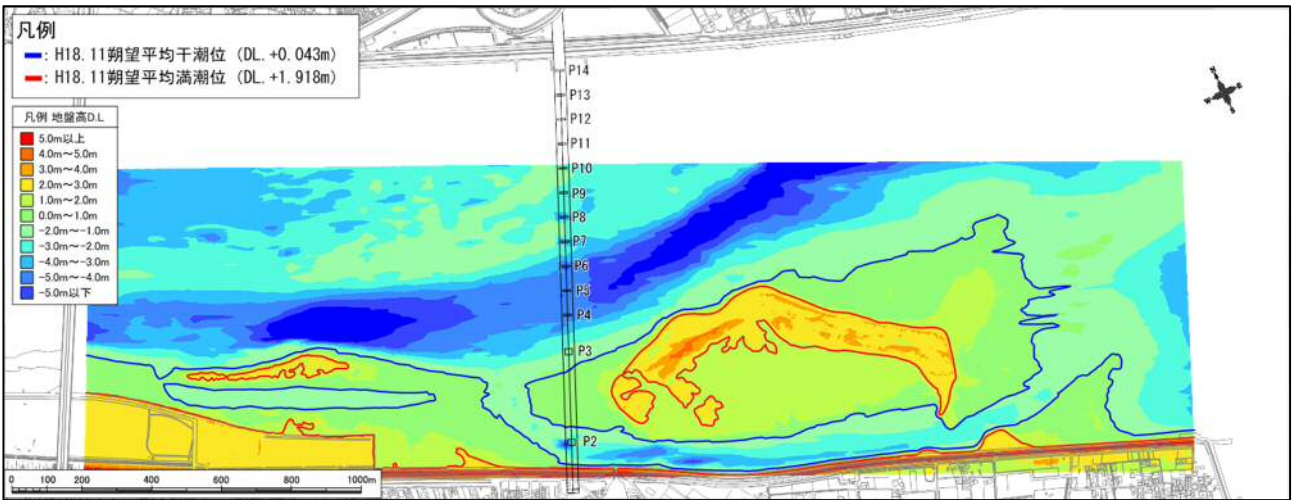
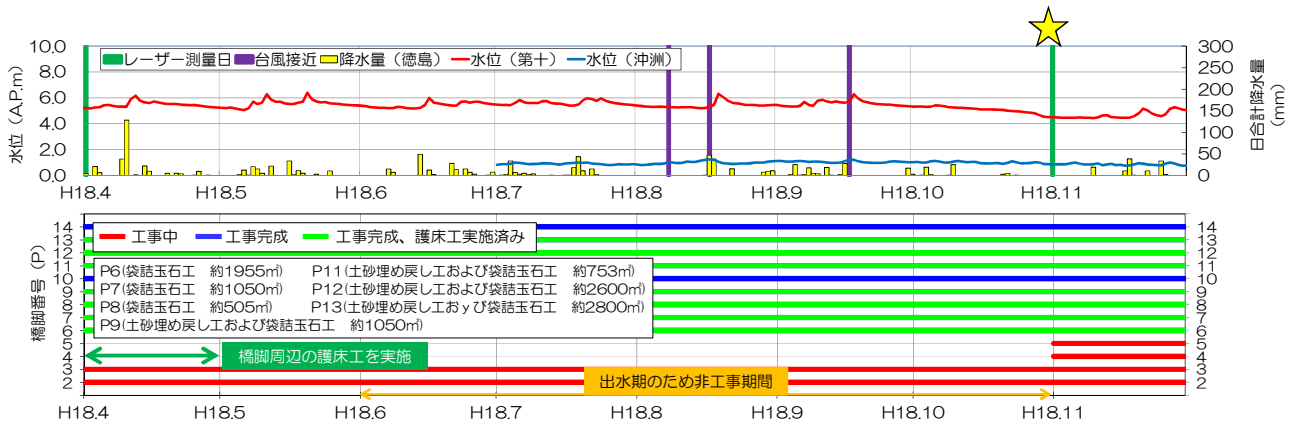


図 3.4-8(8) 平成 18 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

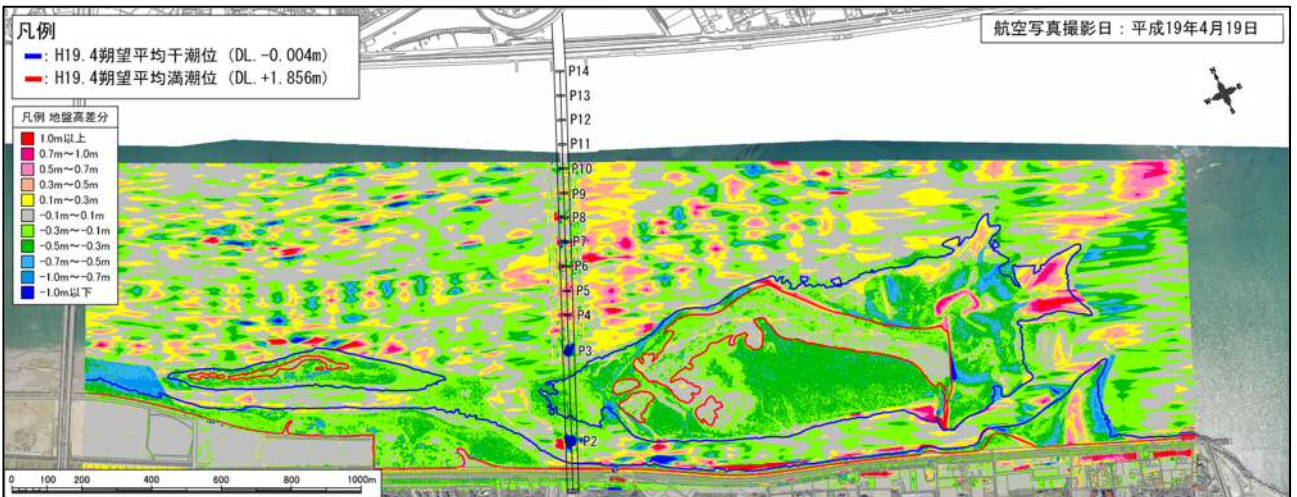
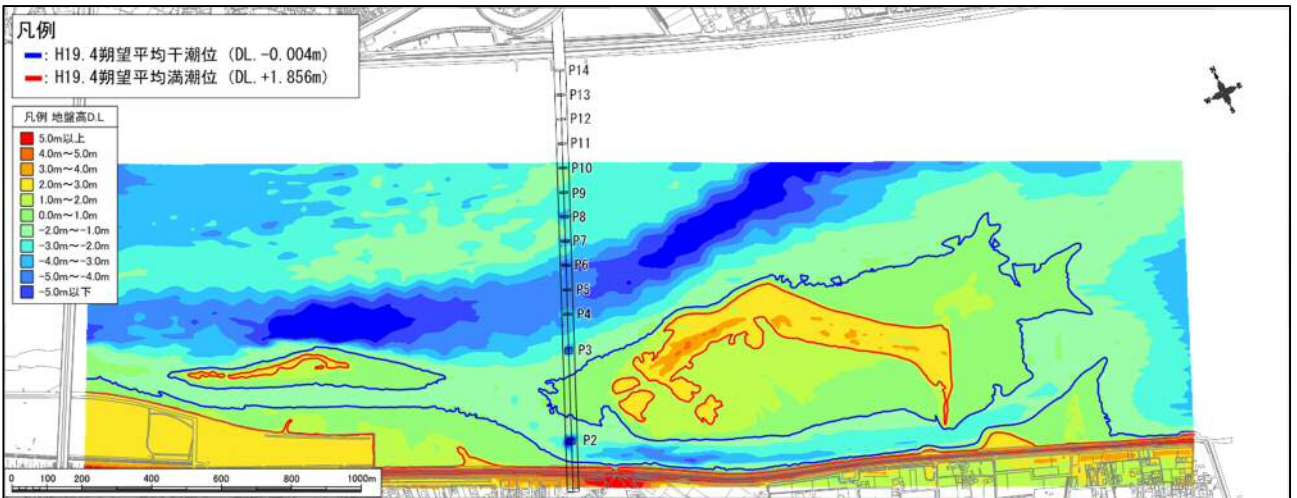
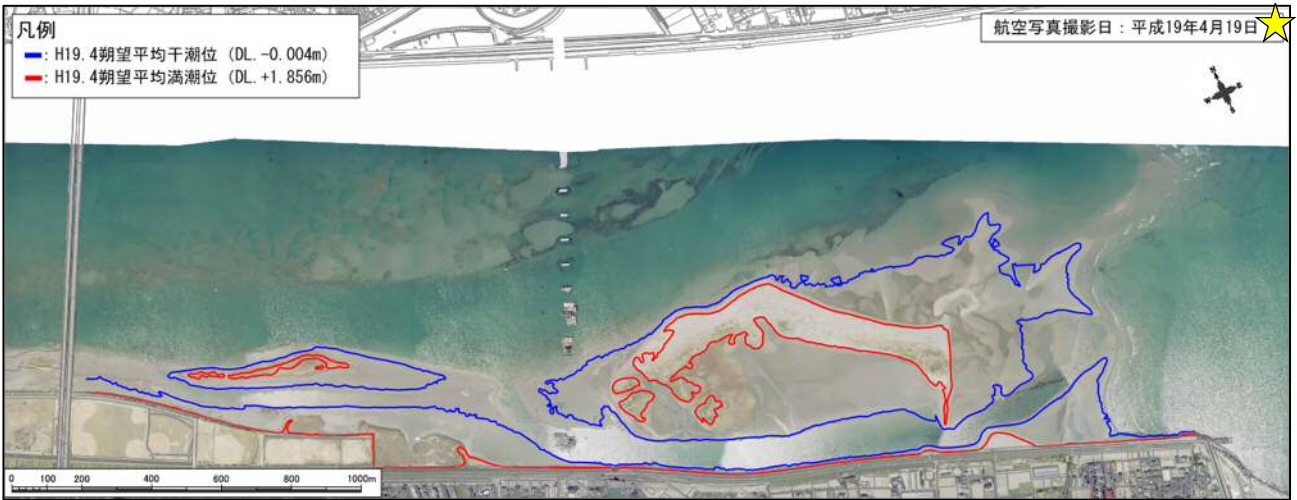
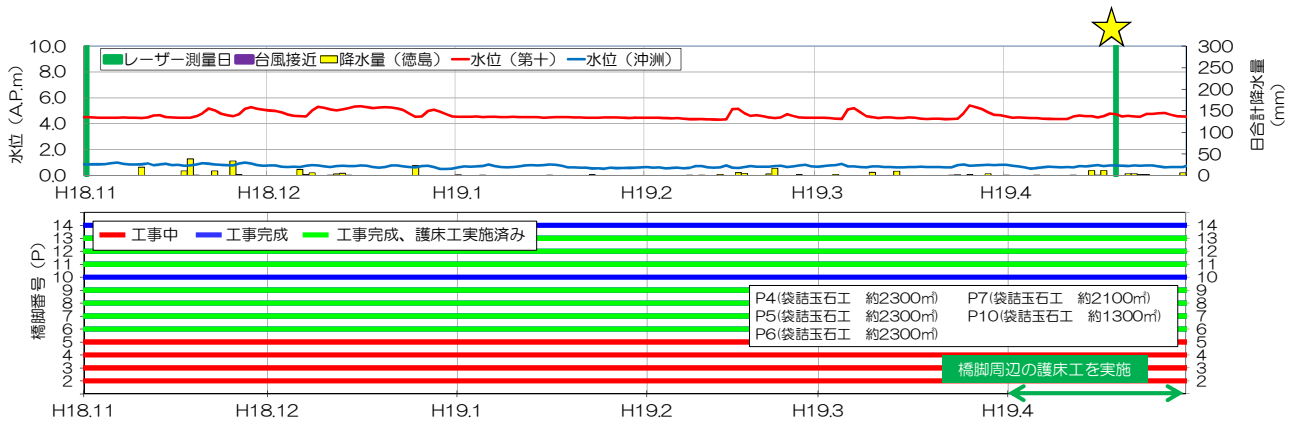


図 3.4-8(9) 平成 18 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

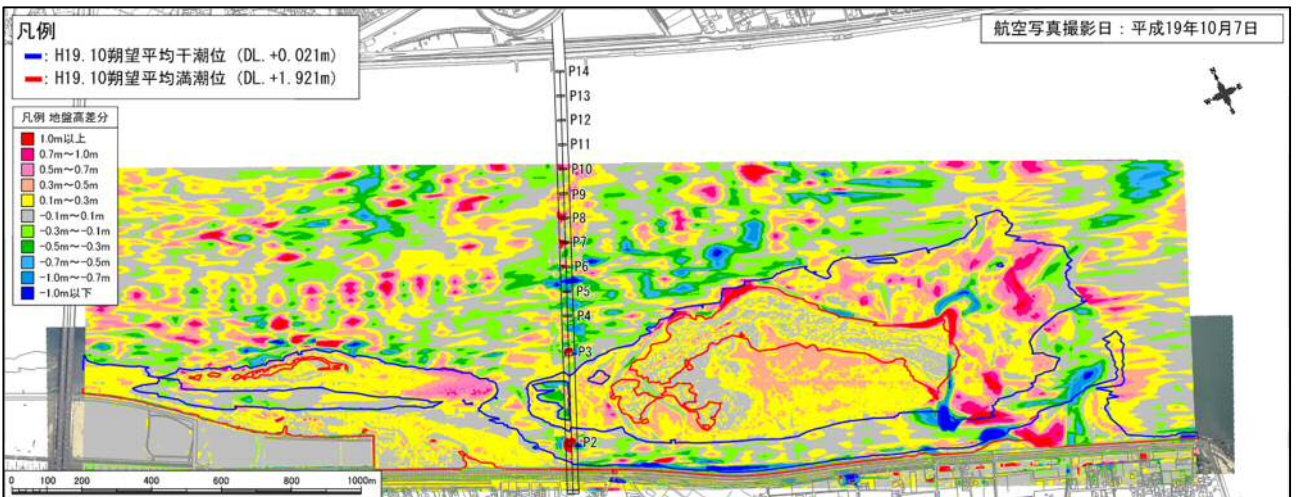
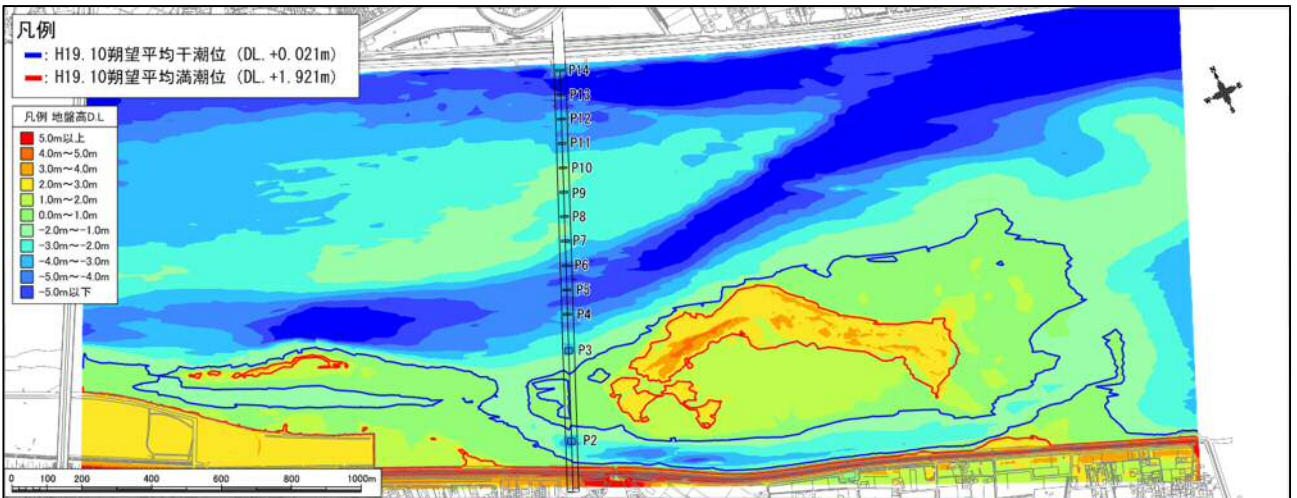
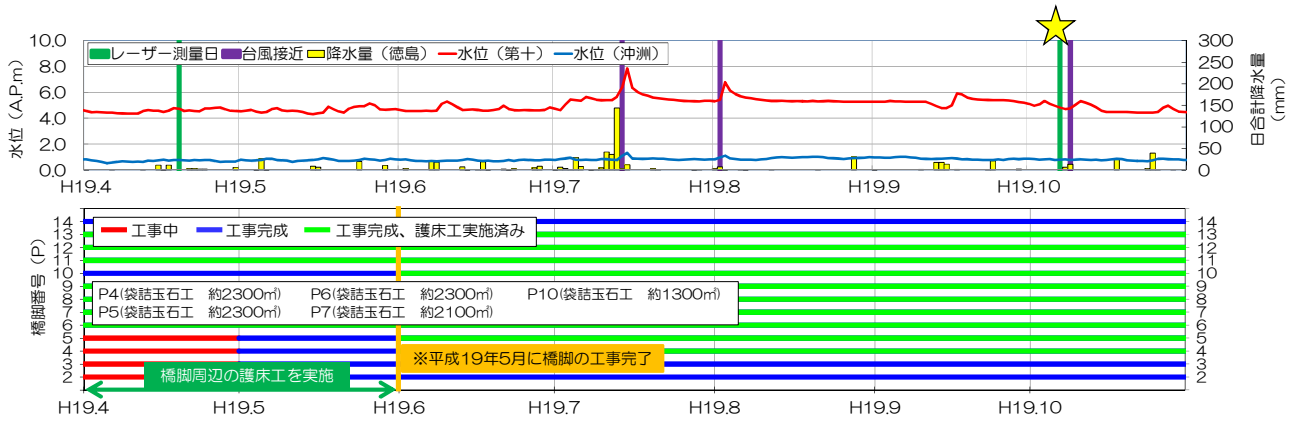


図 3.4-8(10) 平成 19 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

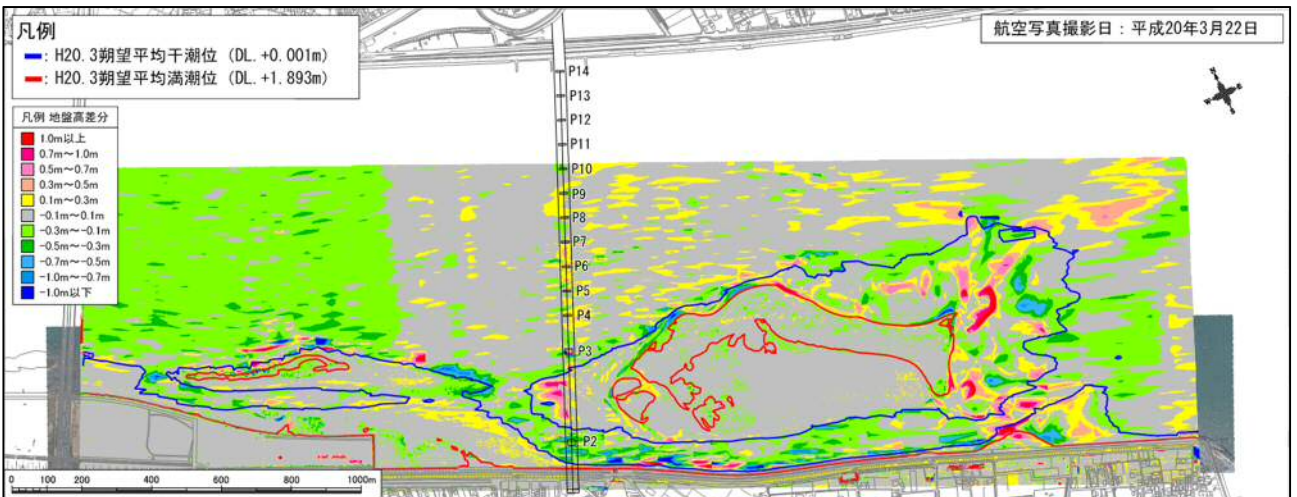
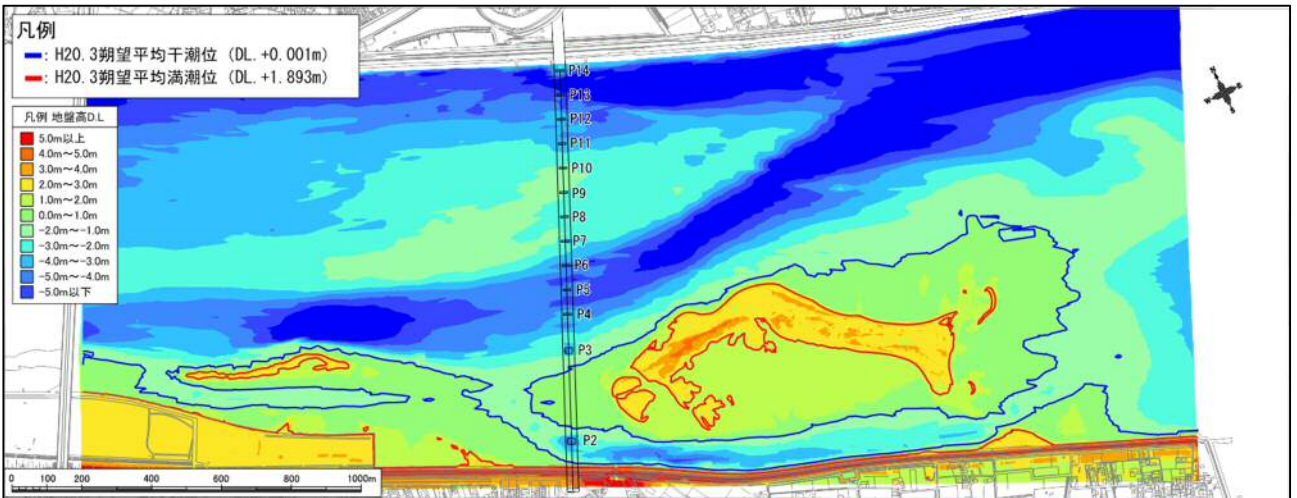
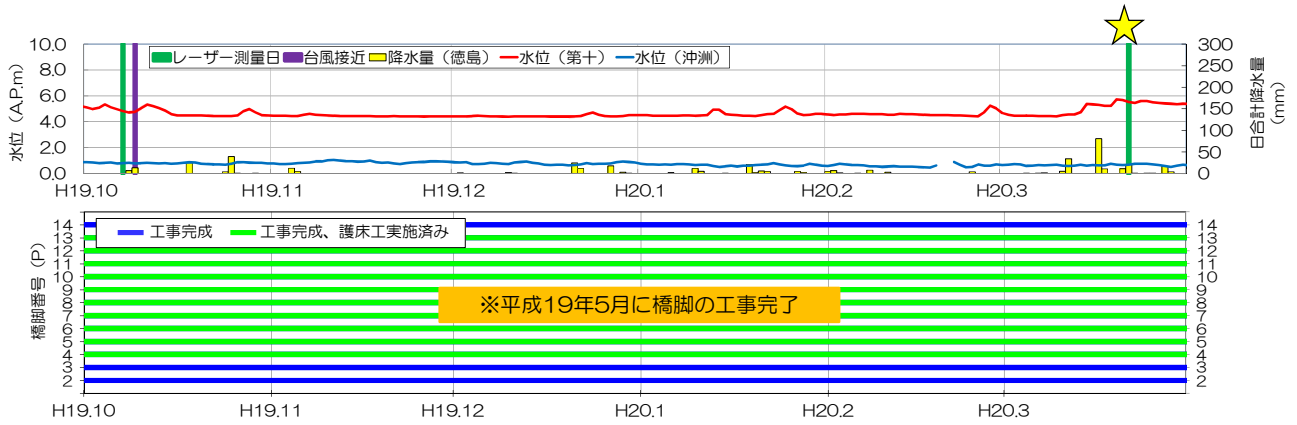


図 3.4-8(11) 平成 19 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

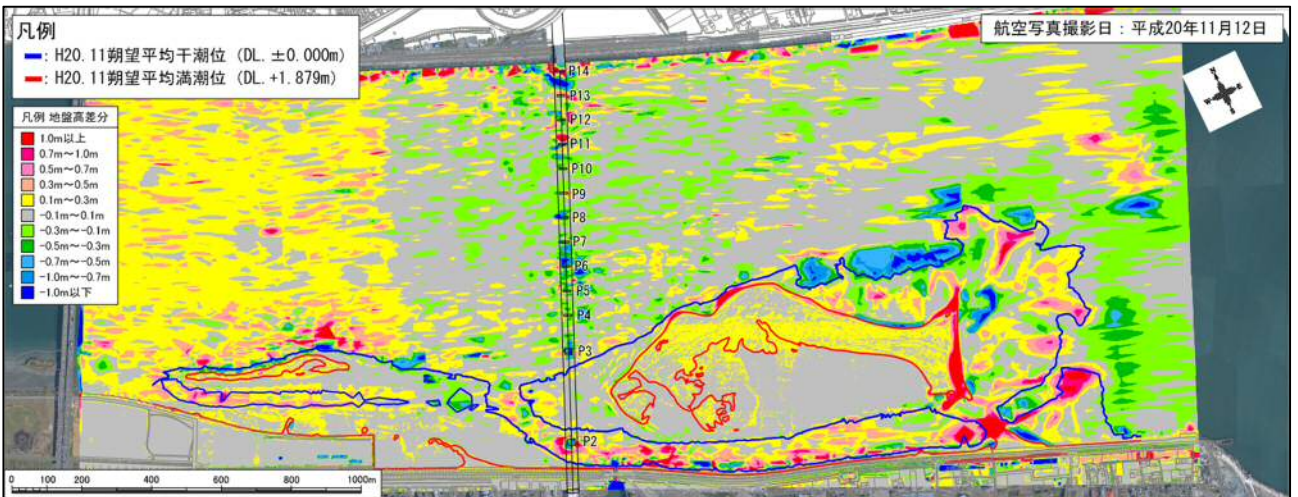
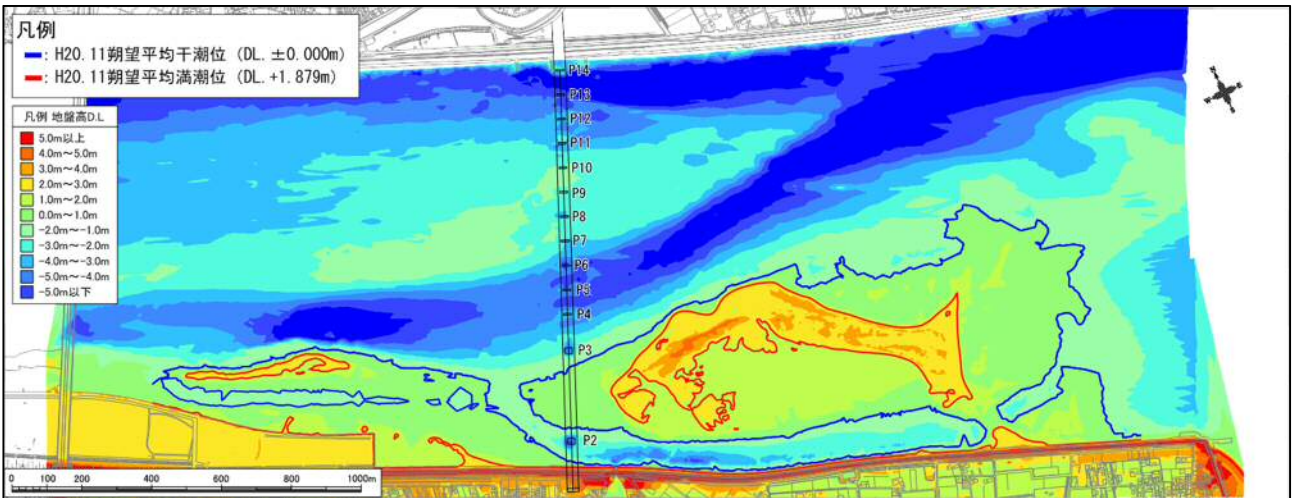
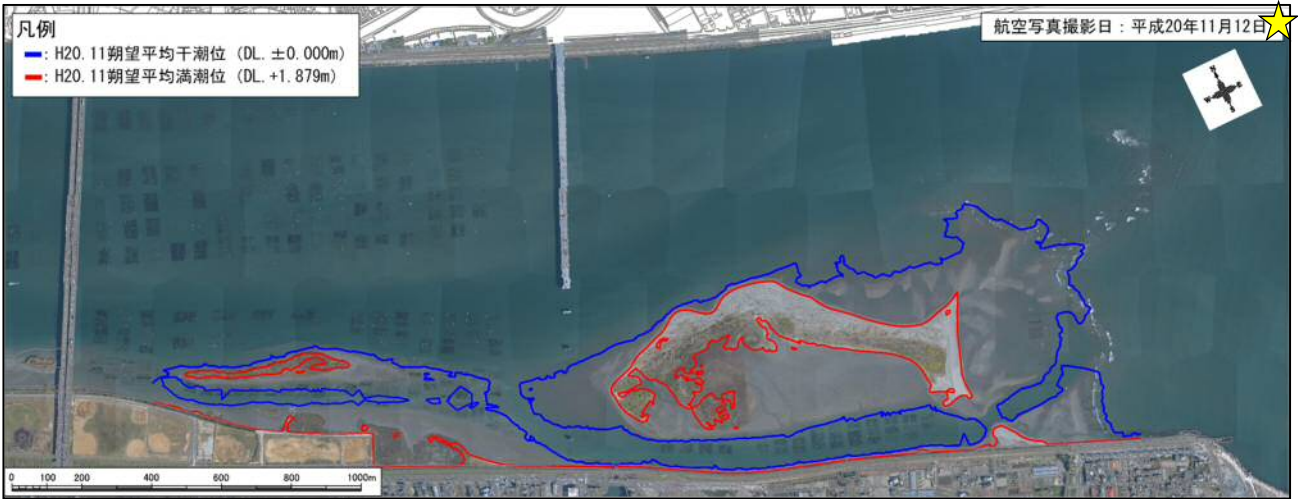
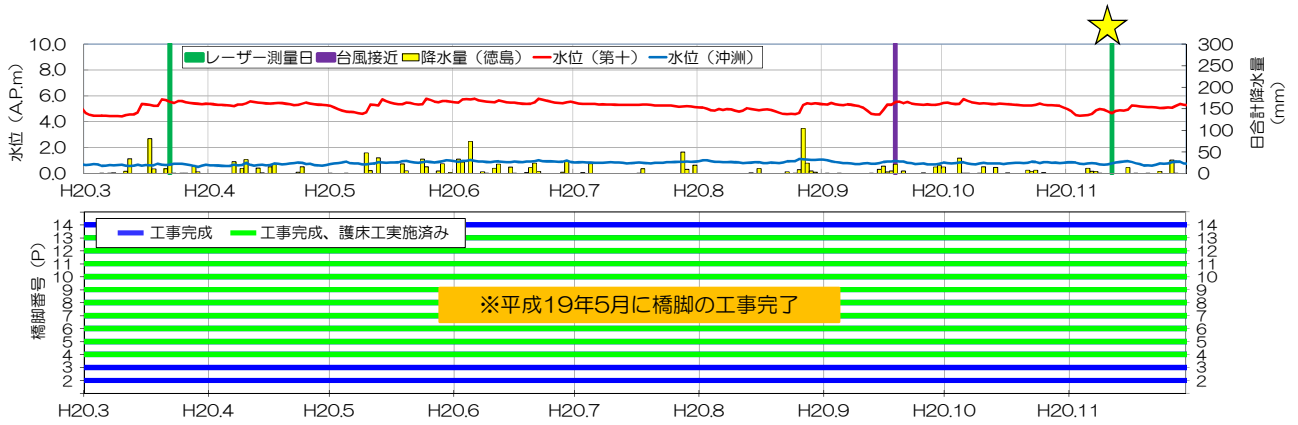


図 3.4-8(12) 平成 20 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

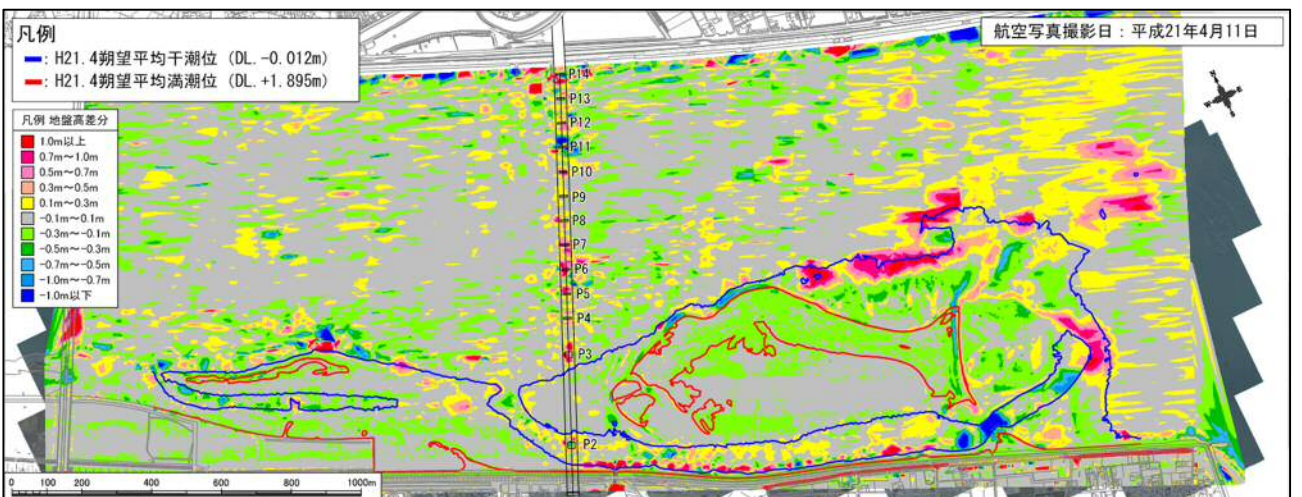
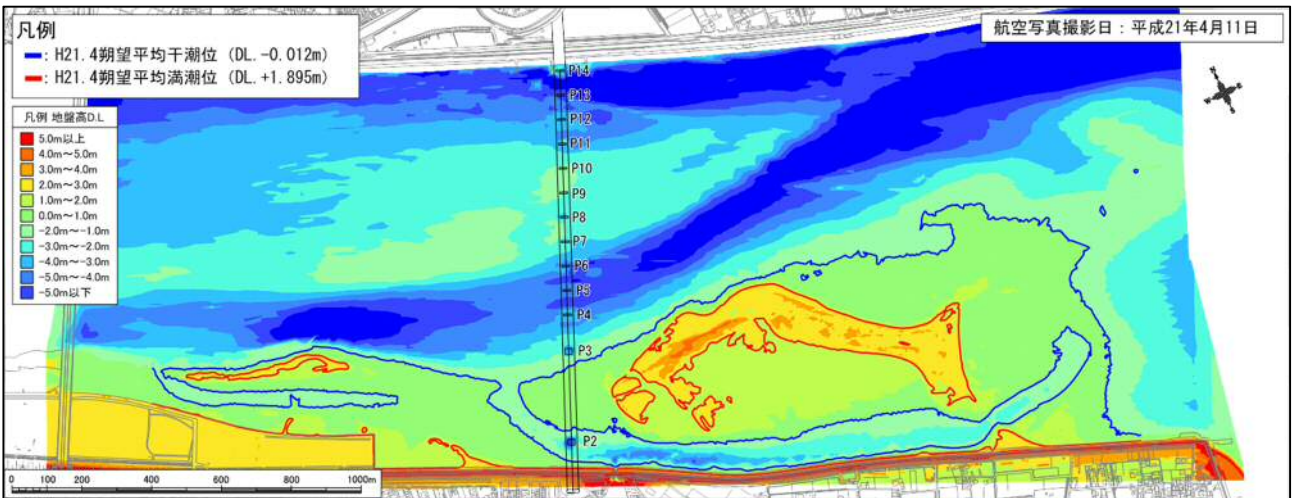
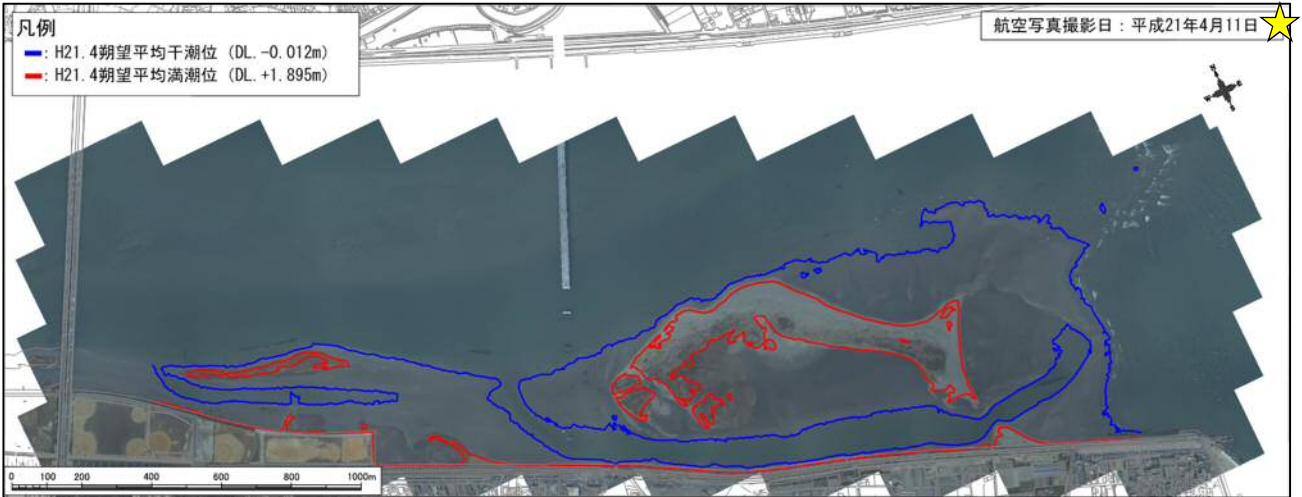
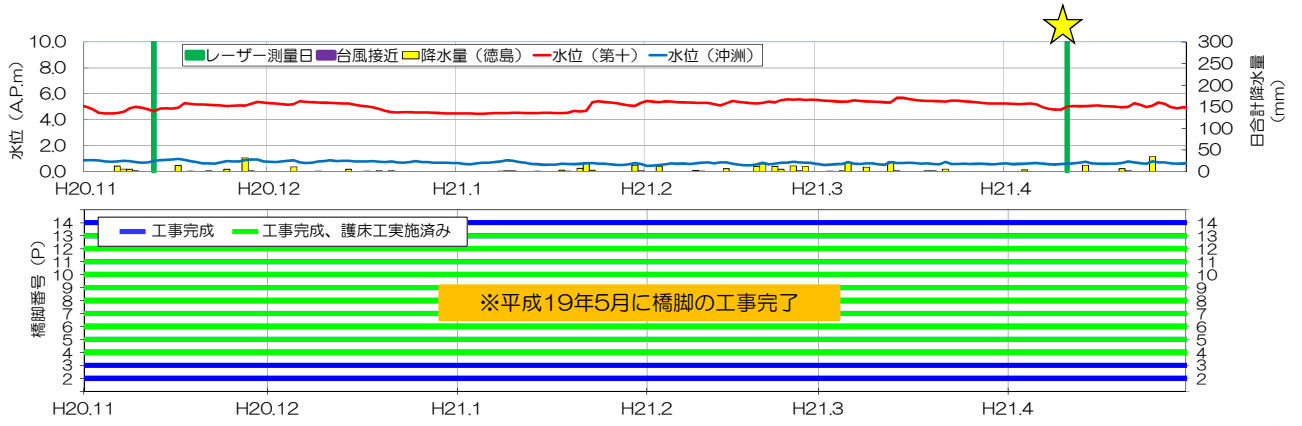


図 3.4-8(13) 平成 20 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

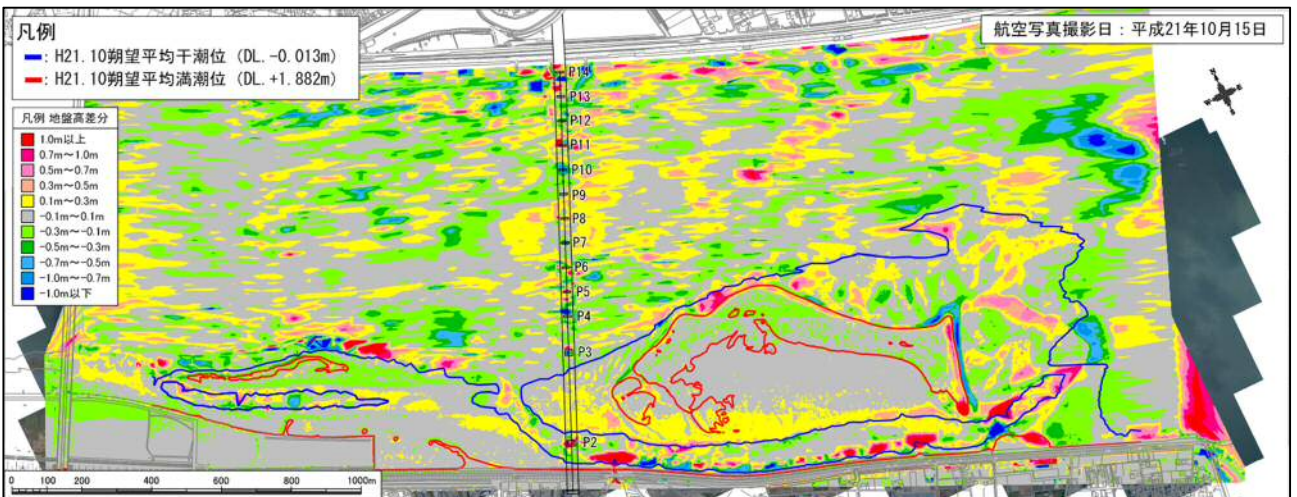
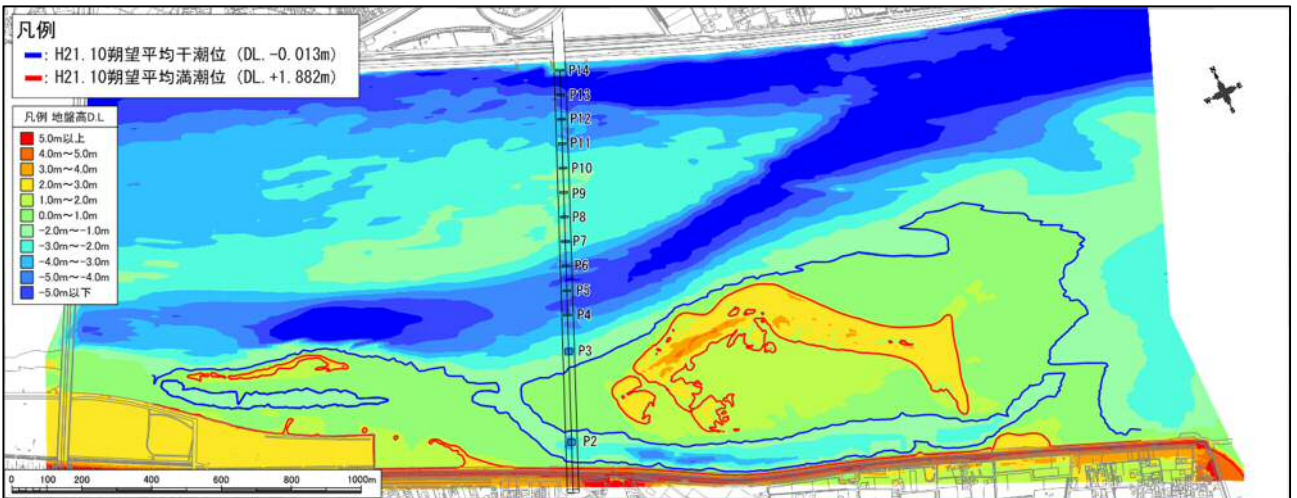
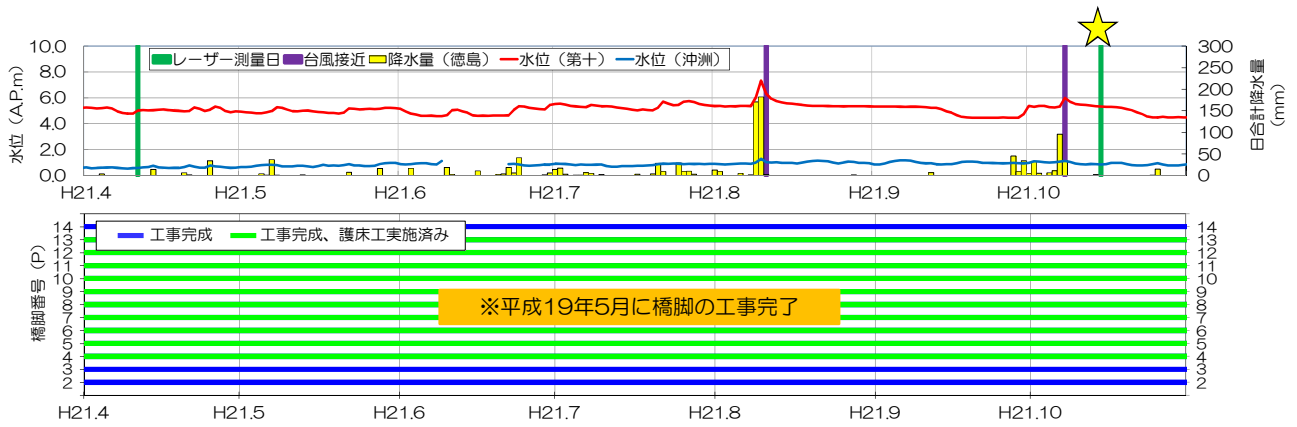


図 3.4-8(14) 平成 21 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

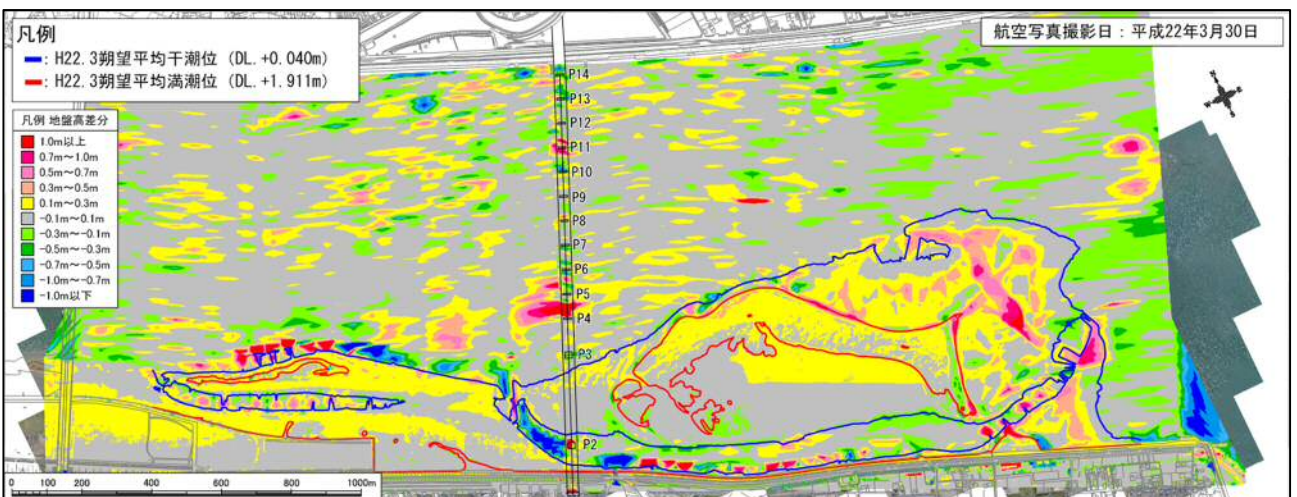
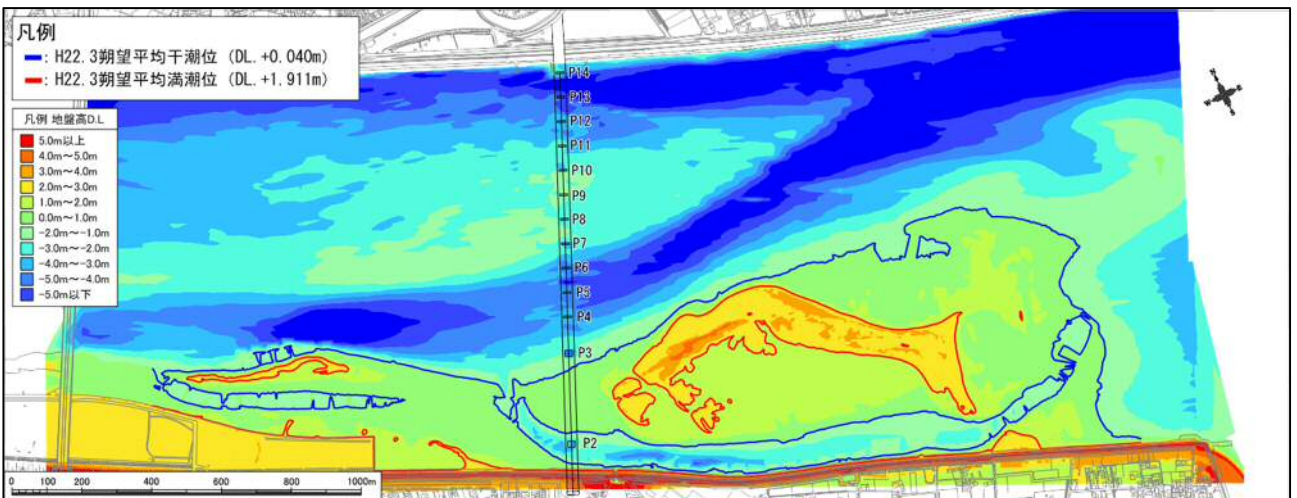
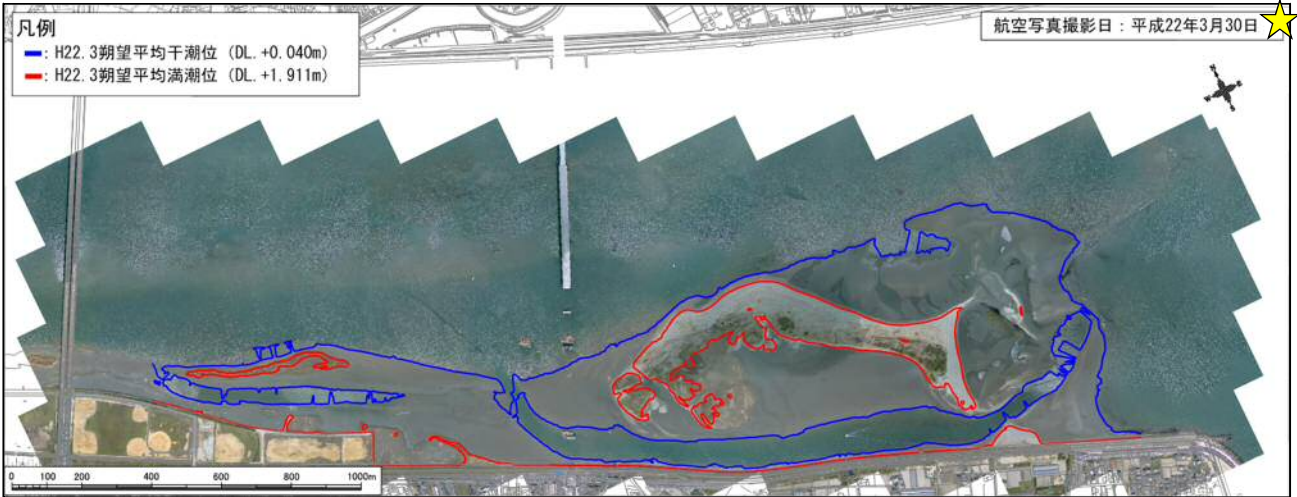
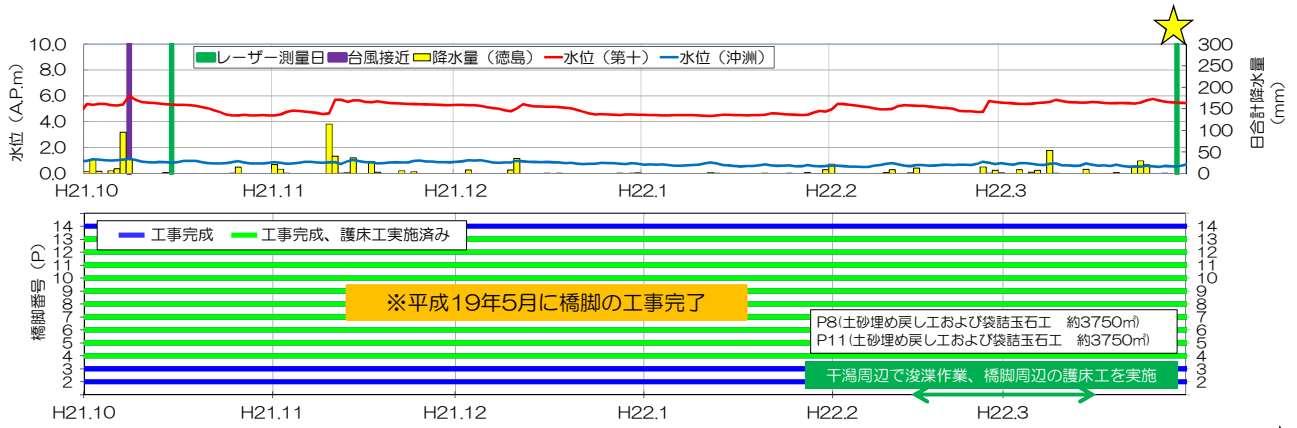


図 3.4-8(15) 平成 21 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))



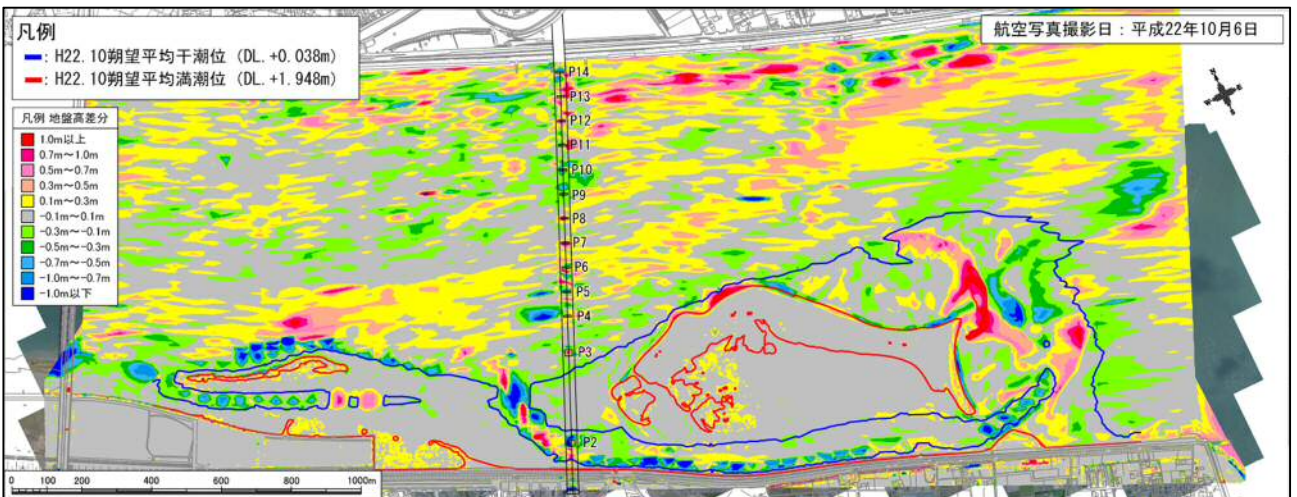
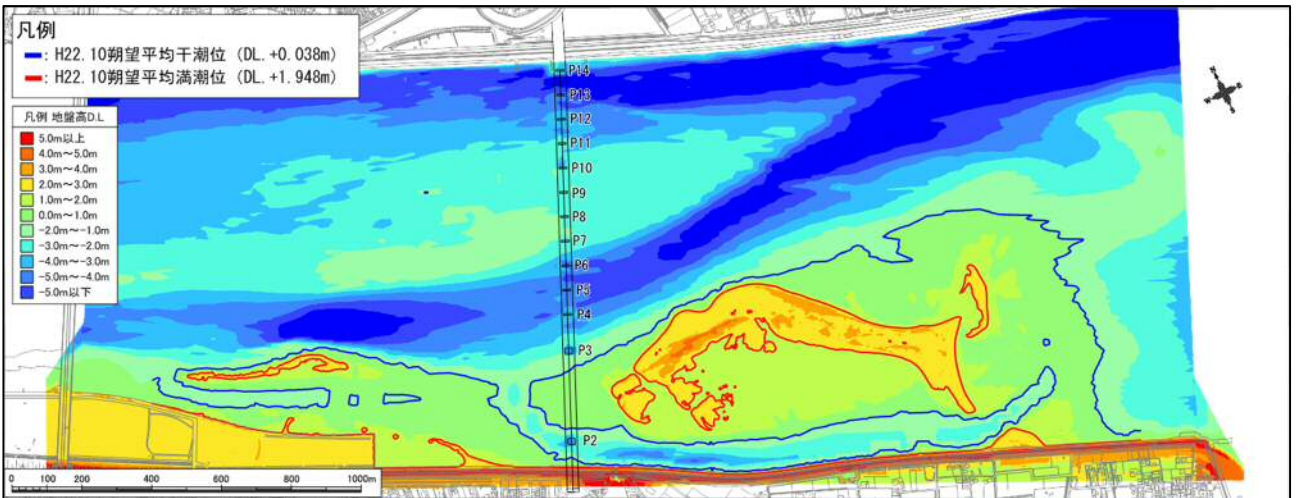
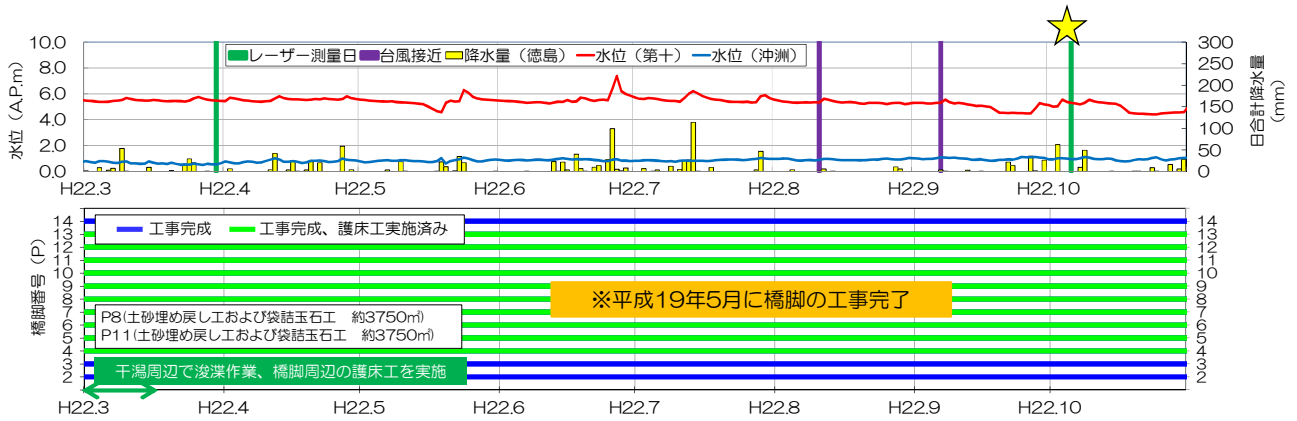


図 3.4-8(16) 平成 22 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

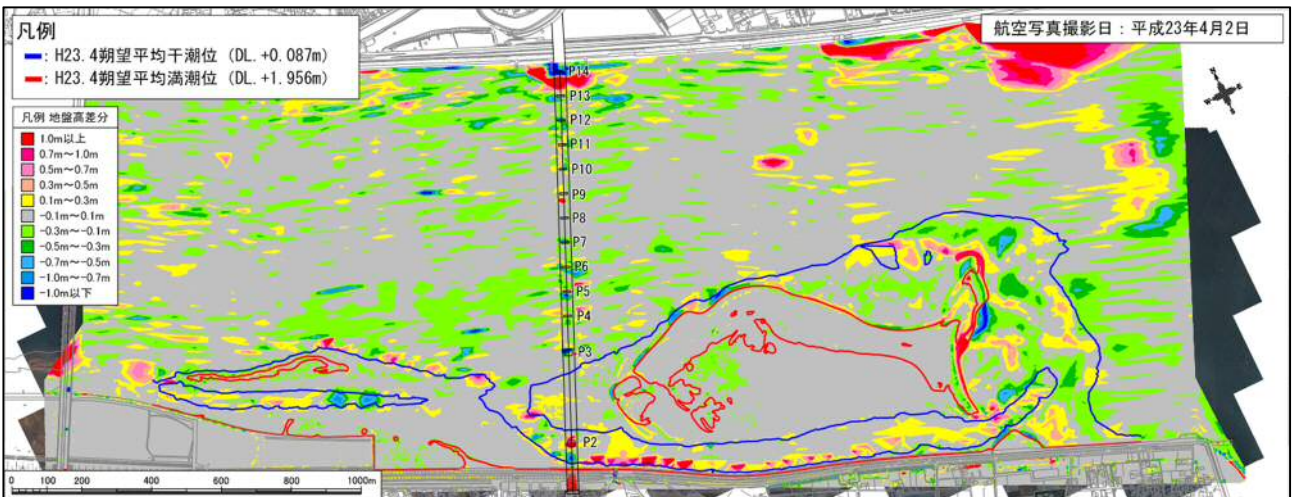
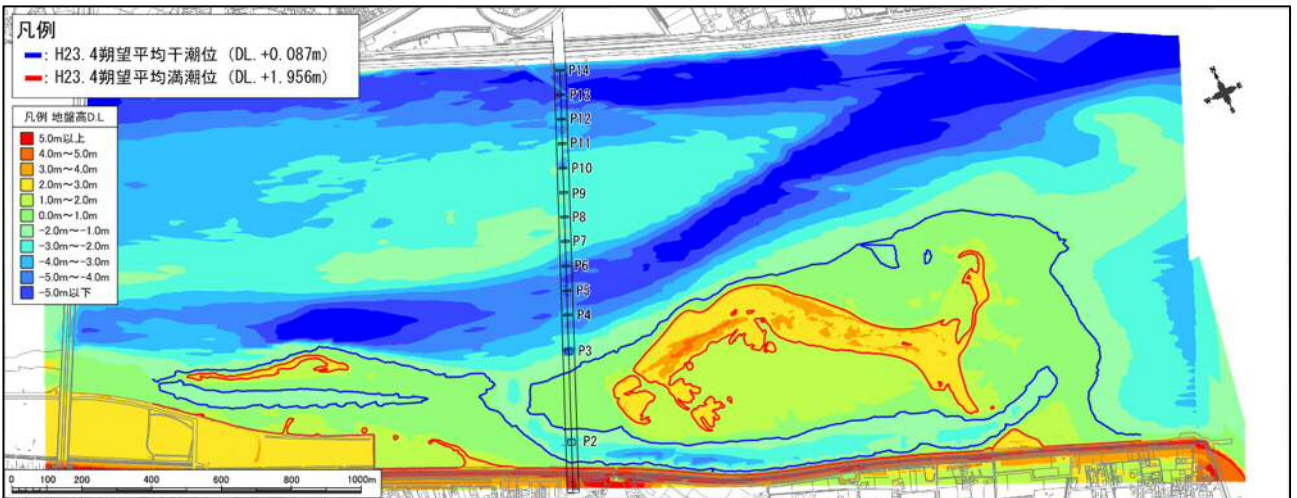
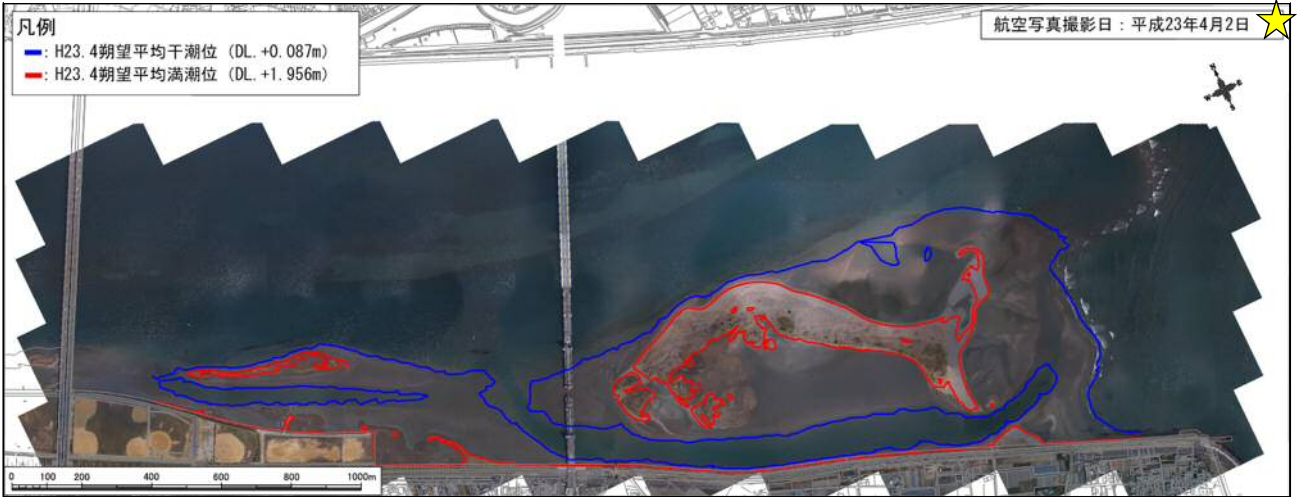
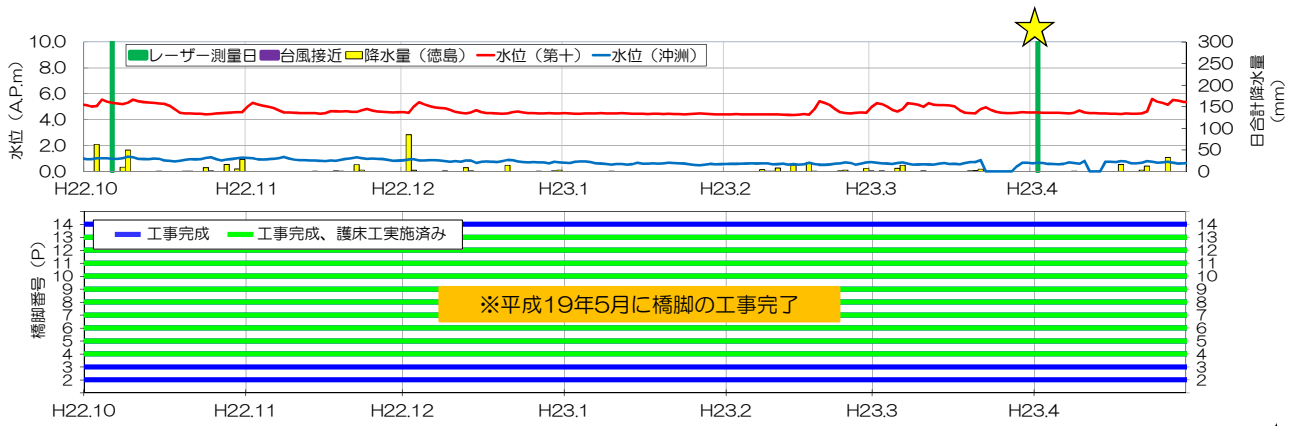


図 3.4-8(17) 平成 22 年度地形調査② (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))

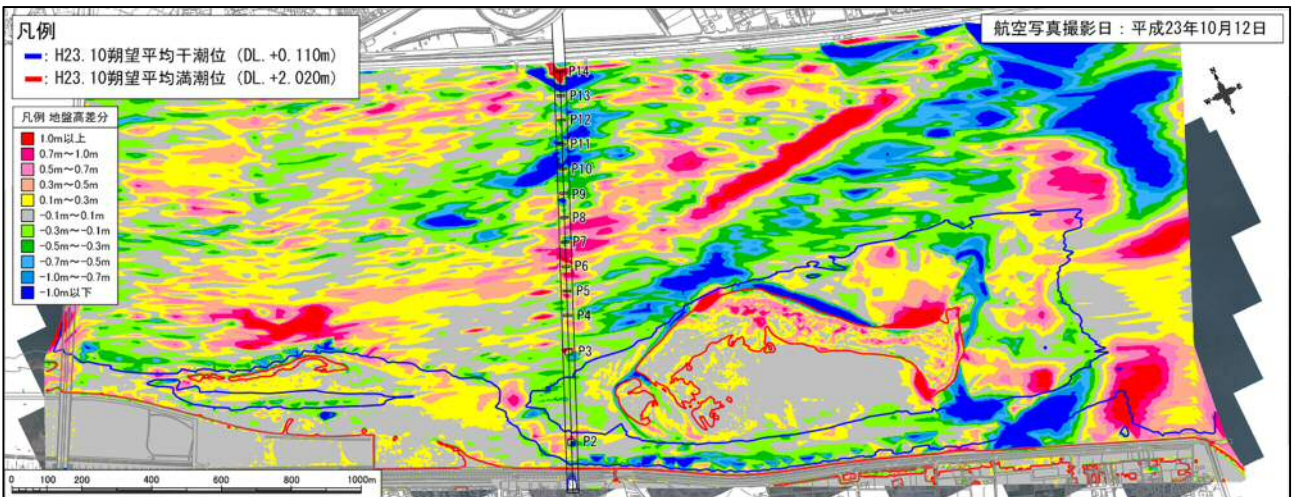
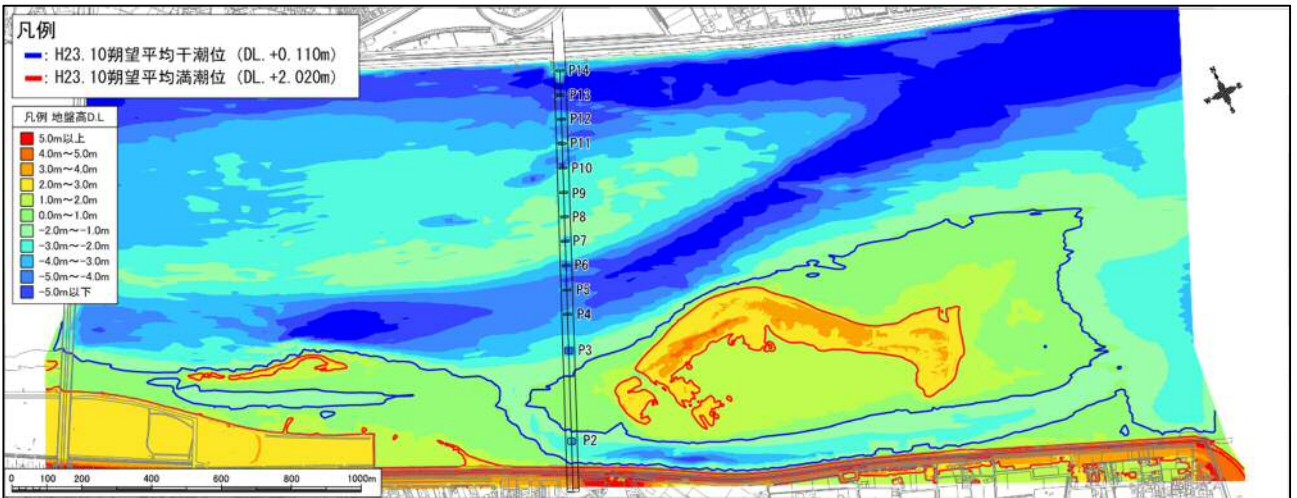
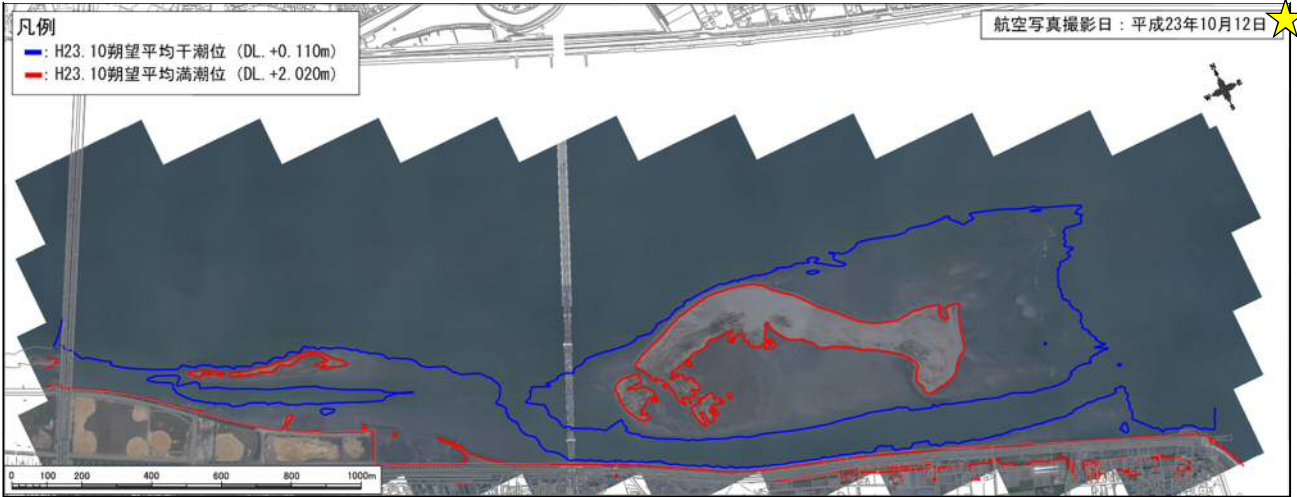
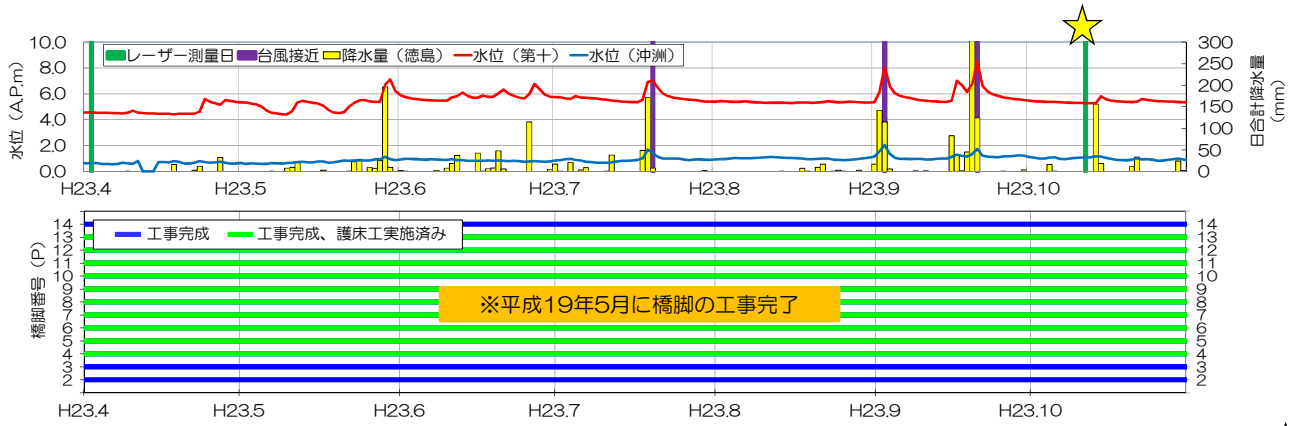


図 3.4-8(18) 平成 23 年度地形調査① (水位・降水量、橋脚施工状況、航空写真、地形図、地形差分図(対前回調査))