

港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No.1383 March 2021

砕波帯構造物の周辺洗掘と海岸の沿岸方向一様性の変化

中村 聡志

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

National Institute of Maritime,
Port and Aviation Technology, Japan

目 次

要 旨	3
1. はじめに	4
2. 深淺測量の解析方法	4
3. 観測棧橋周辺の洗掘	6
3.1 棧橋直近と周辺断面との平均断面の比較	6
3.2 棧橋直近と周辺断面の時間変化	7
4. 海岸の沿岸方向一様性	10
5. まとめ	11
6. おわりに	11
参考文献	12
付録 深淺測量図表	13
付録 空中写真図表	67
付録 洗掘状況調査図表	85

Surrounding Scour of surf zone structure and changing uniformity of coast in longshore direction

Satoshi NAKAMURA*

Synopsis

The observation pier at Hazaki Oceanographical Research Station (HORS) is supported by steel piles that queue up in single row (partially double rows) to reduce the influence of sediment transport. Around piles, however, local and surrounding scour is caused in the surf zone because of wave breaking and nearshore current. In this report, the influence on the geographical features of sandy beach by the observation pier and the changes of coast uniformity in longshore direction are examined based on result of bathymetric surveys and aerial photographs around HORS. Following result of the surveys are used: 52 times of bathymetric surveys from February 1982 to August 2020 almost once a year, 31 times of aerial photographs from October 1947 to January 2020 that are bought from Geospatial Information Authority of Japan and ordered to aerial photography company, and a sonar sounding survey around piles in 2013.

The surrounding scour caused by the observation pier paling structure has extended within the range of about 30m, especially around the double rows paling part of the tip (P400 in the pier coordinate), the middle part (P200), and the movable bridge (P100), the scour has extended about 50m. The surrounding scour depth at the tip is about 1m, at the middle 0.75m, at the movable bridge about 0.4m. When the coast is eroded, the surrounding area of the observation pier tends to be eroded more. The longshore uniformity of coast is evaluated by space standard deviation along the coast except right under pier traverse line. Case of after storm, for instance 2007, the value of standard deviation grows which means uniformity is lost. The decrease in uniformity is canceled for about several years between P0-P400 where the wave breaking is frequently caused. In the offshore P400-P1000, the decrease in uniformity is not canceled for about seven years.

Contents of this report are useful to correspond to the request of observed data at HORS, moreover, becomes profitable to examine the influence on the topography with the structure constructed in the littoral drift region such as oceanic wind power generation pinwheels.

Key Words: Hazaki Oceanographical Research Station (HORS), bathymetric survey, surrounding scour, uniformity of coast in longshore direction, long-term beach evolution

* Principal Researcher, Coastal and Estuarine Environment Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5045 Fax : +81-46-844-1274 e-mail:nakamura_s@p.mpat.go.jp

砕波帯構造物の周辺洗掘と海岸の沿岸方向一様性の変化

中村 聡志*

要 旨

波崎海洋研究施設観測栈橋は砂浜海岸の漂砂現象に対する影響を少なくするため1列（一部2列）の鋼管杭によって支えられている。しかしながら、観測栈橋のある砕波帯内は波が砕けて海浜流が生じるため、杭周辺には局所的な洗掘や群杭による広範囲の洗掘が生じている。本研究では、波崎海洋研究施設観測栈橋周辺の深浅測量、航空写真、杭周りの洗掘状況調査の結果を用いて、観測栈橋による砂浜地形への影響および海岸の沿岸方向一様性についての検討を行った。

深浅測量結果は、観測栈橋建設前の1982年2月から2020年8月12日までのほぼ毎年1回から2回行われた計52回分を用いた。航空写真は、1947年10月25日から2020年1月20日までの国土地理院から購入した空中写真および空撮会社に撮影依頼した空中写真の計31回分を整理した。杭周りの洗掘状況については、2013年3月に実施した音響ソナー測深調査結果を用いた。

観測栈橋杭構造による周辺洗掘は沿岸方向鹿島側銚子側ともに30m程度の範囲で広がっており、特に2列杭となっている先端部（栈橋座標系でP400）、中間部（P200）、可動橋部（P100）周辺では50m程度の範囲まで洗掘穴が広がっている。周辺地盤高と比較して先端部で1m程度、中間部で0.75m程度、可動橋部で0.4m程度の周辺洗掘が平均的に生じている。高波浪イベントによる侵食時には観測栈橋周辺がより多く侵食される傾向がある。

海岸の沿岸方向一様性については、栈橋直近の測線0mを除く測線間の沿岸方向の空間標準偏差を用いて評価した。高波浪イベント、例えば2007年では、標準偏差が大きくなる（沿岸方向に地盤高が大きく変わり一様性がなくなる）。こうした一様性の低下は、観測栈橋のあるP0～P400の間では数年で解消されるが、沖合P400～P1000では7年程度解消されない。

波崎観測栈橋で得られた観測データを提供する際に本研究でまとめた深浅測量、航空写真、洗掘状況調査結果は基礎資料として有用である。また、海洋風力発電風車など沿岸域に建設される構造物による海底地形への影響を検討するうえで有益なデータとなる。

キーワード：波崎海洋研究施設、深浅測量、周辺洗掘、沿岸方向一様性、経年変化

* 沿岸環境研究領域 上席研究官
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
電話：046-844-5045 Fax：046-844-1274 e-mail:nakamura_s@p.mpat.go.jp

1. はじめに

海岸の地形変化、特に砕波帯内の地形変化については、激しい波の砕波乱れや強い海浜流によって、人や船が立ち入ることが難しく、また、時化時の地形変化も大きいいため海底に計測器を設置することも難しい。こうした砕波帯の波と流れと地形変化の総合的観測を行うため、波崎海洋研究施設 (HORS) 観測栈橋が建設され1986年3月から継続的に現地観測を行っている。HORSにおける現地観測は世界にも類を見ない長期的かつ高頻度な観測である。観測データを用いて砕波帯内の漂砂現象の解明 (Banno et.al,2020) や地形変化予測モデルの開発を行うとともに、観測データは多くの研究者に提供され研究に利用されている。海岸地形の現地観測としては、図-1.1の赤線で示す観測栈橋に沿った断面でレッドおよびレベル・スタッフを用いた断面測量を1986年3月から2011年3月までは毎日、2011年4月からは週1回の頻度で、黄線で示す砂浜上でレベル・スタッフを用いた汀線測量を月1回の頻度で、青枠で示す範囲で船による測深、GPSによる深淺測量を年1、2回の頻度で行っている。

HORS観測栈橋は一列の杭で支えられた構造で砂浜海岸への影響が少なくなるよう設計されている。しかしながら、杭周りには局所的な洗掘や周辺に広がる洗掘が生じており、これら砕波帯内の杭周りの洗掘の状況を明らかにしておく必要がある。また、図-1.1の赤線の断面測量結果がこの海岸の地形変化を代表する観測データであるかどうかを示す必要がある。また、多くの地形変化予測モデルが海岸の沿岸方向の一樣性を前提条件として仮定していることから、沿岸方向一樣性についての解析を行う必要がある。

本研究では、図-1.1の青枠の深淺測量結果を用いて、観測栈橋の群杭周辺の洗掘状況の解析と海岸の沿岸方向一樣性についての解析を行う。また、取りまとめた深淺測量結果は、HORS観測データを提供する際の基礎資料として公開する。

2. 深淺測量の解析方法

観測栈橋周辺で1982年から2020年までに52回実施した深淺測量一覧を表-2.1に示す。深淺測量のおおよその範囲と測点の位置を図-2.1に示す。深淺測量の範囲および測点位置は各測定回で異なるが、観測栈橋を中心にして、沿岸方向鹿島側に-300mあるいは-350mの範囲、銚子側に300mあるいは350mの範囲に50m間隔(観測栈橋に近い部分は25m間隔)の測線を設定している。栈橋直近

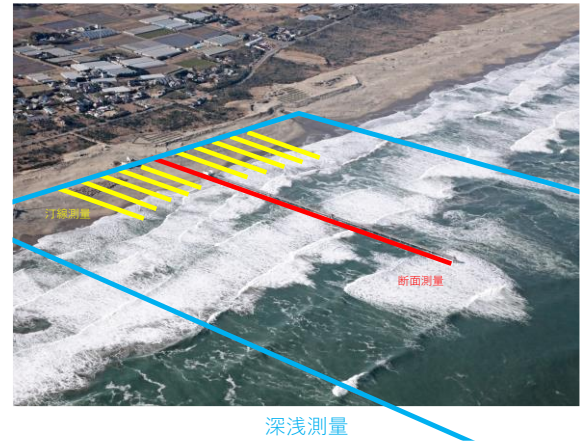


図-1.1 波崎海洋研究施設と地形測量範囲

表-2.1 深淺測量一覧表

西暦年	月	日	西暦年	月	日
1982	2		2002	8	7
1983	8		2003	7	11
1984	11		2004	7	14
1986	3		2005	7	16
1986	11		2006	8	26
1987	11		2007	2	15
1988	10		2007	3	14
1989	2		2007	8	25
1989	3		2008	1	8
1989	8		2008	3	26
1989	10		2008	7	16
1990	8		2009	8	9
1991	2		2010	7	3
1991	9		2011	1	8
1991	12		2011	6	21
1992	11		2012	7	17
1993	10		2013	8	10
1994	11		2014	7	16
1995	11		2015	10	13
1996	8		2016	12	18
1997	1		2017	7	4
1997	9		2017	12	11
1998	8	20	2018	6	22
1999	8	6	2019	2	19
2000	8	7	2020	2	15
2001	11	23	2020	8	12

の測線を測線 0m とする. 断面測量で行っているレッドを用いた直下の断面とは異なり, 深浅測量では船を用いて音響測深を行うため, 栈橋直下から 5m 程度離れている. 各測線上で岸沖方向に岸から 0m から 700m までは 10m 間隔, 沖側 700m から 1040m までは 20m 間隔で測点がある. 岸沖方向の測点位置は, 観測栈橋の付け根を起点とする沖向き座標 (図-2.1 下横軸) を以降用い, 観測栈橋の断面測量の表記に合わせて P○○ と表す.

図-2.2 に観測栈橋での現地観測を開始した 1986 年 3 月の深浅測量結果を 1m 毎の等深線コンターで示す. 縦軸が沿岸方向, 横軸が岸沖方向である. 観測栈橋は縦軸中央の 0m 位置で, 下の横軸の 0m~390m の範囲にある. 栈橋直近で深くなっている場所があるものの, 栈橋周辺では, 等深線がほぼ平行になっているのがわかる. 図-2.3 は沿岸

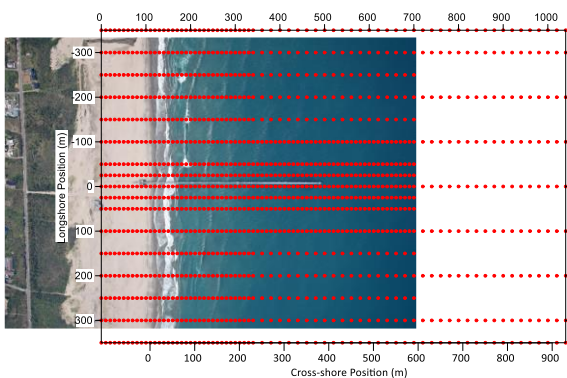


図-2.1 深浅測量測点位置図

縦軸: 沿岸方向座標-350~350m, 上横軸: 深浅測量の岸沖方向座標 0~1040m, 下横軸: 栈橋付け根を起点とする岸沖方向座標

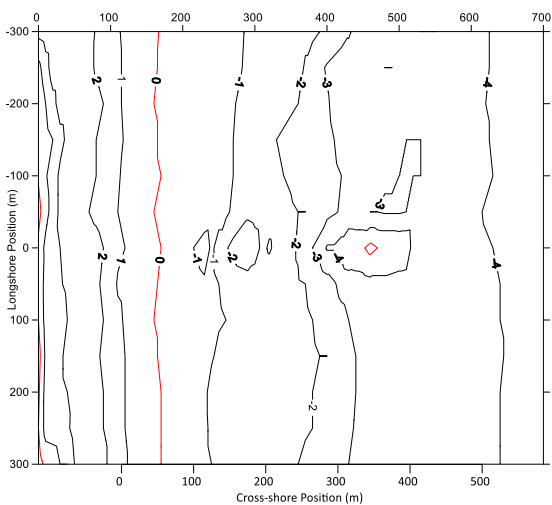


図-2.2 1986年3月深浅測量等深线图 (付図-4.1)

縦軸: 沿岸方向座標, 下横軸: 栈橋岸沖方向座標

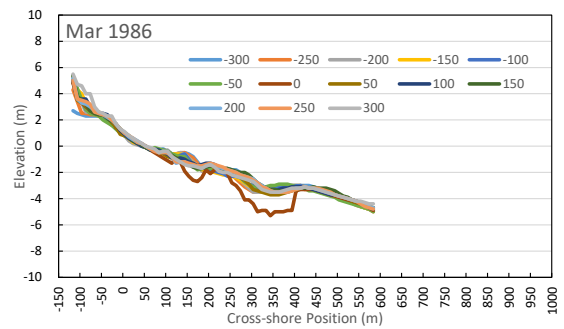


図-2.3 1986年3月 測線重ね合わせ (付図-4.2)

縦軸: 地盤高(D.L.+), 横軸: 栈橋岸沖座標

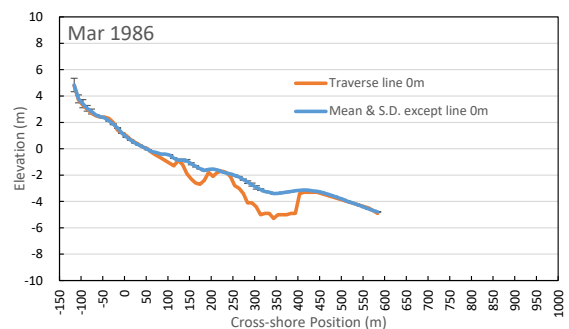


図-2.4 1986年3月 測線 0m 断面と測線 0m 以外

の平均断面とその空間標準偏差値 (付図-4.3)

縦軸: 地盤高(D.L.+), 横軸: 栈橋岸沖座標, 上下ひげ線は $\pm 1\sigma$

方向の測線位置-300m 地点から 300m 地点の各岸沖断面地形を重ね合わせて示したものである. 栈橋直近の測線 0m だけが深く, 杭による洗掘の影響を受けていることが分かる. 測線 0m 以外の測線の断面地形はほぼ同じような形状をしている. 図-2.4 は, 測線 0m の断面地形 (オレンジ) と測線 0m を除く他の測線の平均値で表した周辺断面地形 (青) とその沿岸方向の空間標準偏差 (上下ひげ線) を示したものである. 周辺断面の形状はどの測線も同じような形状のため, 沿岸方向の海岸一様性が高く, 沿岸方向の標準偏差は小さい.

次に, 沿岸方向の海岸一様性が大きく崩れた 2007 年 3 月の深浅測量結果の等深线图 (図-2.5), 断面重ね合わせ図 (図-2.6), 測線 0m 断面図と測線 0m を除く周辺断面図・沿岸方向標準偏差 (図-2.7) を同様に示す. 栈橋直近が周辺断面と比べてより一層深くなっていると同時に, 各水深の等深浅は岸沖に大きく変動していること, 沿岸砂州の頂部 (バー) と深部 (トラフ) が栈橋岸沖座標の 300m

から 400m の間で沿岸方向に連なっていることが分かる。同様にすべての深浅測量結果について巻末付図-1～52 に示す。

深浅測量結果の解析では、各深浅測量結果で測線 0m の地形と測線 0m を除く周辺地形、および、その標準偏差を求め、洗掘状況の分析と沿岸方向の海岸一様性の変化を示す。

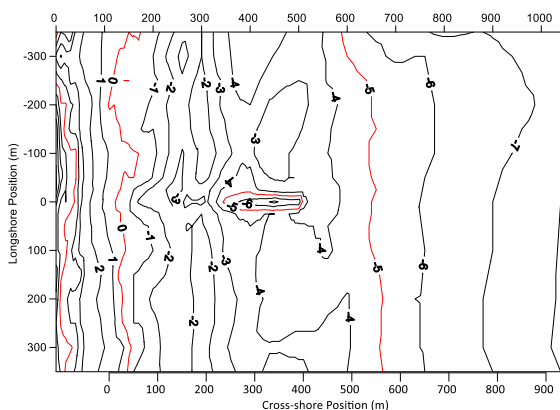


図-2.5 2007年3月深浅測量等深线图(付図-33.1)
縦軸：沿岸方向座標，下横軸：栈橋岸沖方向座標

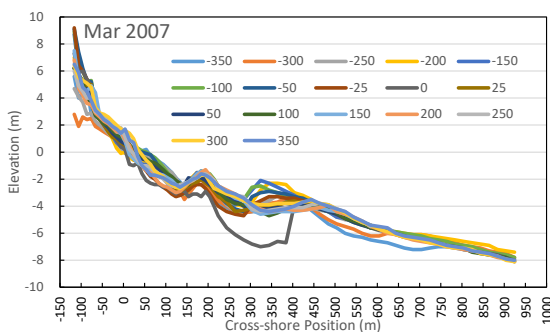


図-2.6 2007年3月 測線重ね合わせ(付図-33.2)
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：栈橋岸沖座標

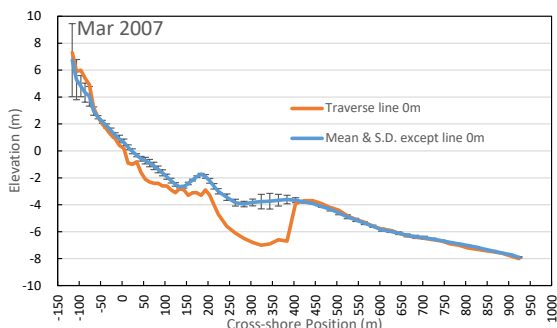


図-2.7 2007年3月 測線 0m 断面と測線 0m 以外の平均断面とその空間標準偏差値(付図-33.3)
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：栈橋岸沖座標，上下ひげ線は $\pm 1\sigma$

3. 観測栈橋周辺の洗掘

杭周りの洗掘についての説明図を図-3.1に示す。杭周りには杭の直径と同程度の周囲に深く円錐状に掘り込まれた局所洗掘穴が生じている。また、周辺の広い範囲にも周辺洗掘穴が広がっている。この砕波帯内での杭周辺に広がる洗掘についての範囲や深さについての研究(Sumer and Fredsoe, 2002)は少なく、本研究では周辺洗掘(Surrounding scour)と呼ぶことにする。観測栈橋(写-3.1)のように杭が列状にならぶ構造物や海上プラットフォームのように杭が群をなす構造物では、周辺洗掘がつながり、より大きく広い洗掘穴になることが知られている。本研究の深浅測量結果の解析では、この周辺洗掘を対象とする。

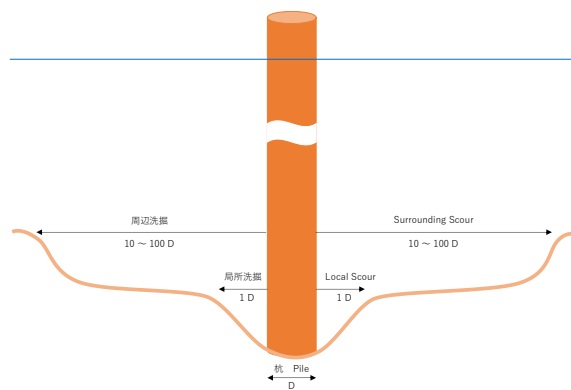


図-3.1 杭周りの洗掘説明図



写-3.1 波崎海洋研究施設 観測栈橋 沖から撮影

3.1 栈橋直近と周辺断面との平均断面の比較

周辺洗掘の状況は、52回の深浅測量結果から、栈橋直近の測線0m断面地形と周辺断面地形を求め、解析した。図-3.2に測線0m断面地形の52回分を時間平均した断面(オレンジ)とその時間標準偏差(上下ひげ線)、および、52回の断面で最も地盤高が高い点を結んだ包絡線で表した断面の上限值(灰)、最も低い点を結んだ包絡線で示す下限値(黄)を示す。各時期の測線0m断面は、この上限値と

下限値に挟まれた範囲で変動し、バー・トラフの移動、侵食と堆積を繰り返す。観測栈橋の影響がある0mから400mの間の変動は大きい。なお、岸沖位置-150mから0mまでの

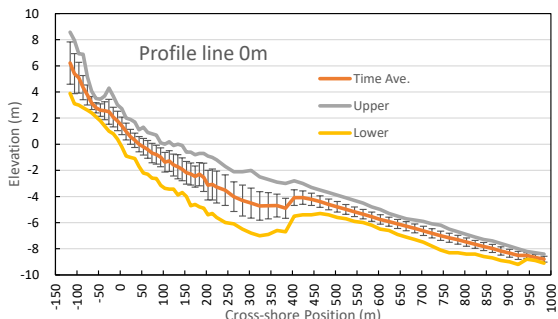


図-3.2 測線 0m 断面の時間平均と標準偏差，断面の上限値と下限値

縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：栈橋岸沖座標, 上下ひげ線は $\pm 1\sigma$

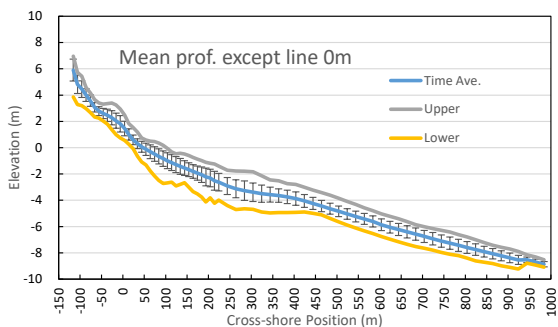


図-3.3 周辺断面の時間平均と標準偏差，断面の上限値と下限値

縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：栈橋岸沖座標, 上下ひげ線は $\pm 1\sigma$

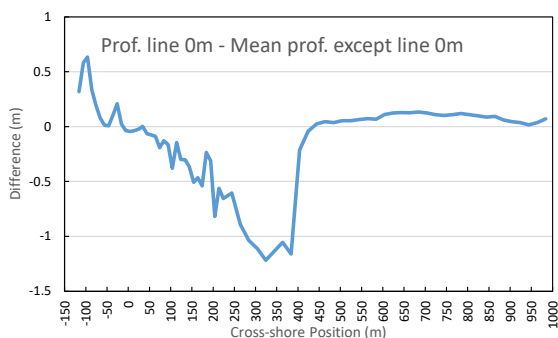


図-3.4 測線 0m 断面の時間平均と周辺断面の時間平均との差

縦軸：差分値(測線 0m-周辺), 横軸：栈橋岸沖座標

間は、波による地形変化の他、風による地形変化、堆砂垣の設置など人による地形変化の影響があるため、解析は行わない。図-3.3に周辺断面での時間平均断面(青)・標準偏差, 上限値, 下限値を同様に示す。周辺断面は栈橋直近の測線0m断面と比較して、変動は少ない。

図-3.4に栈橋直近の測線0mの時間平均断面(図-3.2のオレンジ)と周辺の時間平均断面(図-3.3の青)との差を示す。杭による周辺洗掘は、汀線付近(0m)から徐々に増加し、観測栈橋先端部(300m~400m)では、1mを超える平均的な周辺洗掘があることが分かる。栈橋先端より沖では周辺洗掘は見られない。

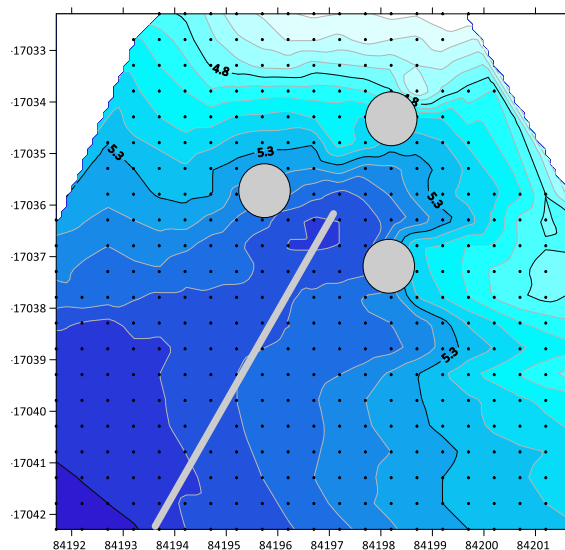


図-3.5 先端部の洗掘状況調査結果図(付図-53.2)

縦軸：国家座標 IX 系座標, 横軸：同座標

図-3.5に2013年3月に実施した杭周りの洗掘状況調査結果の一部を示す。図は観測栈橋先端を支える3本杭周辺の音響測深器によりスキャン測量した海底地盤高の平面図である。右上が沖方向, 左下が岸方向である。図中に3本の杭位置と栈橋の法線を示してある。この調査結果でも、栈橋先端より沖側に比べ、栈橋下は1m以上深くなっていることが分かる。洗掘状況調査結果の概要については、巻末付図-53.1~8に示す。

3.2 栈橋直近と周辺断面の時間変化

前節で平均的には、観測栈橋の杭列の影響は、周辺洗掘が汀線付近から徐々に増えていき、栈橋先端付近で地盤高さの差が1m以上になっていることが明らかになった。この節では、栈橋直近と周辺海岸とで侵食と堆積の時間変化がどれくらい一致しているかどうかを示す。岸沖位置を汀線付近(栈橋座標で示すP4)、可動橋を支えるため杭が3本となっているP104地点, 中間小屋プラットフォーム

ムのあるP204地点、栈橋先端のP384地点、栈橋先端から沖に約100m離れたP504地点、栈橋先端から沖に約400m離れたP804地点を選び(図-3.6)、栈橋直近と周辺海岸の地盤高の時間変化、および、栈橋直近と周辺海岸との相関を調べた。図-3.7に汀線付近(P4)の栈橋直近と周辺海岸の地盤高の時間変化を示す。地盤の上下動はほぼ同調しており、その高さも栈橋直近と周辺海岸で変わらない。時折、

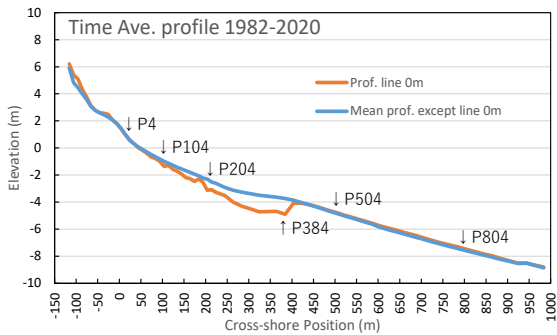


図-3.6 直近および周辺海岸の時間平均断面と位置
図

縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：栈橋岸沖座標

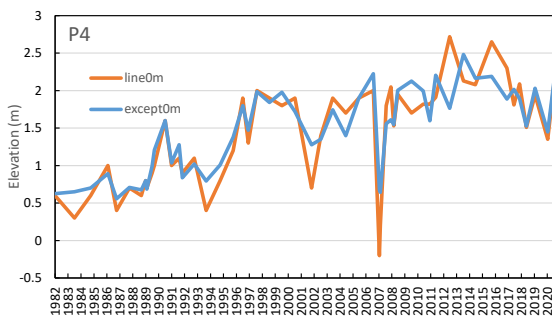


図-3.7 汀線付近(P4)位置の地盤高の時間変化
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：年月日, 栈橋直近(オレンジ), 周辺海岸(青)

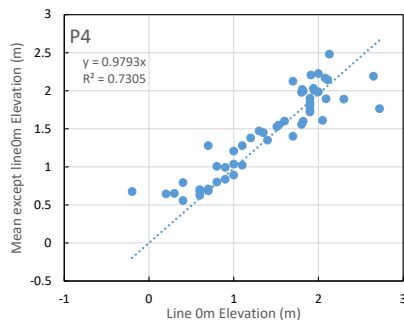


図-3.8 P4の栈橋直近と周辺海岸との地盤高相関
縦軸：栈橋直近地盤高, 横軸：周辺海岸地盤高

栈橋直近の地盤高が大きく低下している。図-3.8にP4の栈橋直近と周辺海岸との地盤高の相関を示す。ほぼ1:1の直線状にプロットされることから、汀線付近では、栈橋直近と周辺海岸とで地形変化に違いがないことが分かる。

図-3.9に可動橋(P104)の栈橋直近と周辺海岸の地盤高の時間変化、図-3.10にP104の栈橋直近と周辺海岸との地盤高の相関を示す。地盤の上下動の時期はほぼ一致しているが、直近の断面は周辺海岸より低下していることが分かる。

図-3.11に観測栈橋中間部(P204)の栈橋直近と周辺海岸の地盤高の時間変化、図-3.12にP204の栈橋直近と周辺海岸との地盤高の相関を示す。地盤の上下動の時期はほぼ一致しているが、直近の断面は周辺海岸より低下していることが分かる。近似曲線の傾きから、平均4割ほど栈橋直近が深くなっている。

図-3.13に観測栈橋先端(P384)の栈橋直近と周辺海岸の地盤高の時間変化、図-3.14にP384の栈橋直近と周辺海岸との地盤高の相関を示す。断面は周辺海岸より常に低い状態にあり、上下動の同調も強くない。相関は弱く近似直線の傾きから、平均3割ほど周辺海岸と比べて深くなっている。

図-3.15に先端か

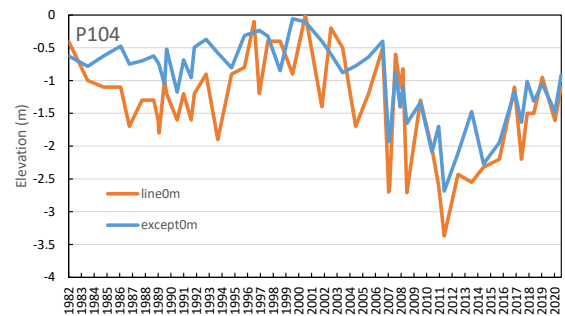


図-3.9 可動橋(P104)位置の地盤高の時間変化
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：年月日, 栈橋直近(オレンジ), 周辺海岸(青)

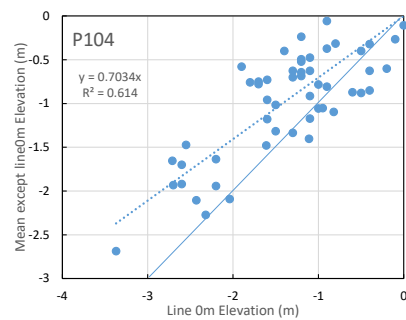


図-3.10 P104の栈橋直近と周辺海岸の地盤高相関
縦軸：栈橋直近地盤高, 横軸：周辺海岸地盤高

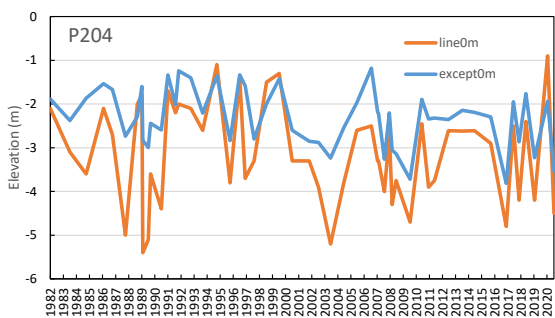


図-3.11 栈橋中間部 (P204) の地盤高の時間変化
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：年月日

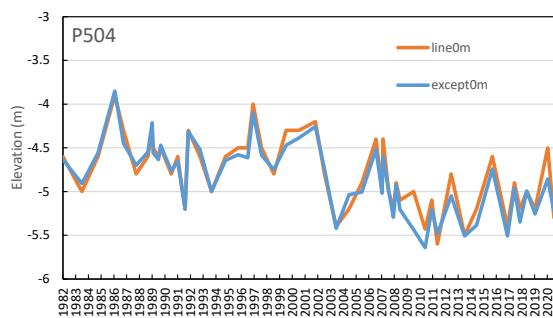


図-3.15 先端沖 100m (P504) の地盤高の時間変化
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：年月日

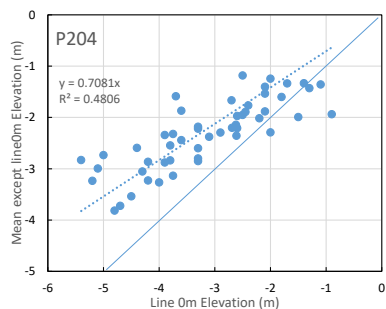


図-3.12 P204 の栈橋直近と周辺海岸の地盤高相関
縦軸：栈橋直近地盤高, 横軸：周辺海岸地盤高

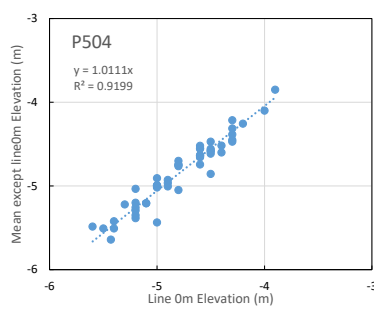


図-3.16 P504 の栈橋直近と周辺海岸の地盤高相関
縦軸：栈橋直近地盤高, 横軸：周辺海岸地盤高

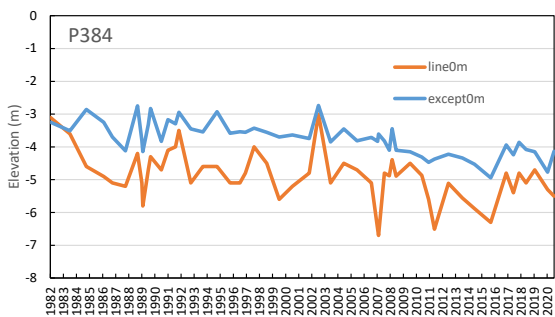


図-3.13 観測栈橋先端 (P304) の地盤高時間変化
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：年月日

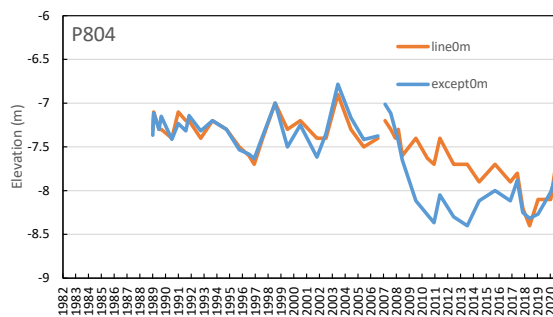


図-3.17 先端沖 400m (P804) の地盤高時間変化
縦軸：地盤高(D.L.+), 横軸：年月日

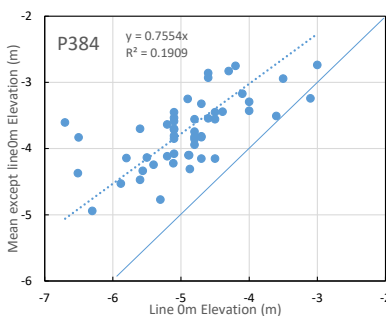


図-3.14 P384 の栈橋直近と周辺海岸の地盤高相関
縦軸：栈橋直近地盤高, 横軸：周辺海岸地盤高

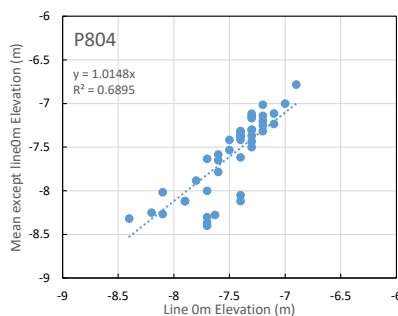


図-3.18 P804 の栈橋直近と周辺海岸の地盤高相関
縦軸：栈橋直近地盤高, 横軸：周辺海岸地盤高

ら沖に100m地点（P504）の栈橋直近と周辺海岸の地盤高の時間変化，**図-3.16**にP504の栈橋直近と周辺海岸との地盤高の相関を示す。地盤の上下動は同調しており，その高さも栈橋直近と周辺海岸で変わらない。また，相関は高い。**図-3.17**に先端から沖に400m地点（P804）の栈橋直近と周辺海岸の地盤高の時間変化，**図-3.18**にP804の栈橋直近と周辺海岸との地盤高の相関を示す。2007年以降，栈橋から

離れた沖合に深みが生じているために生じている。

4. 海岸の沿岸方向一様性

写-4.1は観測栈橋から北西方向の海岸を，**写-4.2**は南東方向の海岸を2020年1月に撮影したものである。海岸線にカブス地形がみられるが，ほぼ直線的である。また，砕波白波の位置も海岸線に平行のよう見え，沿岸砂州（バー・トラフ地形）が海岸線と並行に伸びていると推察される。このような海岸では沿岸方向に海岸は一様であると仮定する。しかしながら，常に海岸の沿岸方向の一様性が保たれるわけではない。**写-4.3**は大きな地形変化が生じたのちの空中写真である。海岸線は大きく湾曲し，砕波白波の位置もまばらで海底形状が3次的になっている（**図-2.5**参照）。

海岸の沿岸方向一様性については，各深浅測量結果の沿岸方向の標準偏差値の変化を用いた。標準偏差が大きければ，沿岸方向に水深変化が大きく，一様性が低い。逆に，標準偏差が小さければ，一様性が高いことを表す。

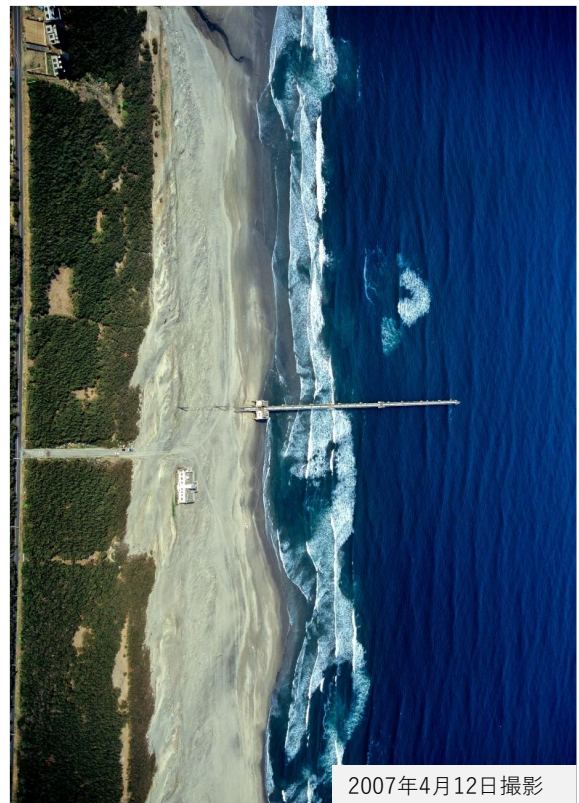
図-4.1～**4.5**に汀線付近（P4）から沖合（P804）までの沿岸方向標準偏差値の経年変化を示す。各岸沖地点で傾向は異なり，汀線付近（P4）では観測開始から徐々に標準



写-4.1 波崎海洋研究施設から北西方向



写-4.2 波崎海洋研究施設から南東方向



写-4.3 大きな地形変化後の海岸（付写-20）

偏差が大きくなり、沿岸方向の一様性が崩れていく、数回の時化、2007、2011、2014年頃に沿岸方向の一様性が崩れている。棧橋中間付近(P204)では、全体に一様性は低い。先端付近(P384)では、2007、2008年に一様性が崩れるが数年で回復している。棧橋先端より100m沖側の(P504)やさらに沖側の(P804)では、2007年ごろまでは一様性が高かったけれども、2007年以降一様性が崩れ、元の状態に戻るまでに7年程度かかっている。

5. まとめ

観測棧橋建設以前の1982年から継続的に実施してきた観測棧橋周辺の深浅測量結果52回分を解析し、観測棧橋の群杭構造による周辺洗掘の状況を明らかにした。また、海岸の沿岸方向一様性についての解析を行った。観測棧橋杭の影響は、沿岸方向に50m程度の範囲で広がり、その大きさは時化の状況によって変化する、周辺洗掘の深さについては、汀線付近で小さく、先端向かって徐々に大きくなり、先端付近で平均的に1mを超える深さとなる。こうした杭周りの洗掘は、音響測深によって計測した杭周りの海底地盤図によっても示された。棧橋中間部から先端にかけての棧橋直近の地盤高さは周辺の地盤高さと比較して3割から4割深い状態にある。棧橋法線上の沖合では棧橋の杭による影響はない。沿岸方向の海岸一様性については、砕波が頻繁に生じているような棧橋中間部P204では沿岸方向の一様性が低い状態にある。棧橋先端部やその沖合では、沿岸方向の一様性が高い状態が2007年まで続いていたが、大きな地形変化によって一様性が崩れ観測棧橋の範囲では数年、沖合では7年程度の期間で元の状態に戻っている。

6. おわりに

本研究でとりまとめた深浅測量結果データはエクセル表形式で公開します。波崎観測棧橋で得られた長期連続断面地形データを用いる際に考慮していただきたい。また、砂浜海岸に建設された構造物周辺の洗掘範囲の検討に生かせれば幸いです。

波と流れによる棧橋杭周りの洗掘シミュレーションについては、今回使用した深浅測量結果データをもとに検証と改良を行っています。さらに、さまざまな海岸構造物周辺の洗掘についても予測できるよう予測モデルの開発を続けます。海岸の沿岸方向一様性の検討の中で、沖合の深みの発生と汀線部の堆積との関係については明らかにすることができませんでした。こうした沖合の深みにつ

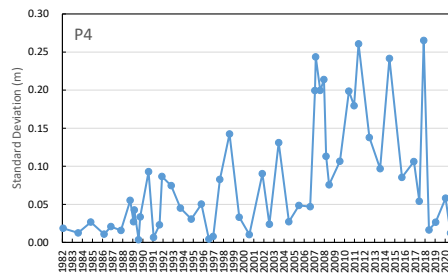


図-4.1 P4 地盤高の沿岸方向標準偏差の変化

縦軸：沿岸方向の地盤高の標準偏差，横軸：年月日

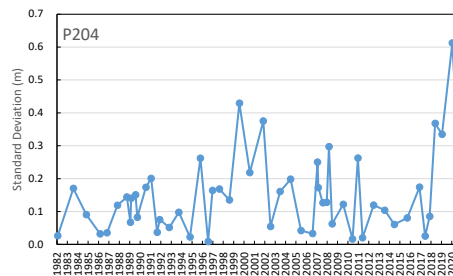


図-4.2 P204 地盤高の沿岸方向標準偏差の変化

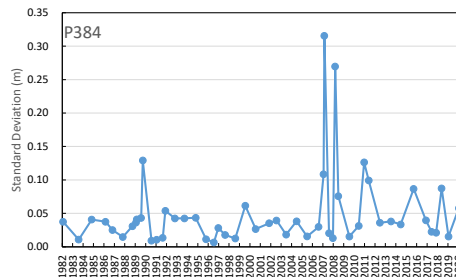


図-4.3 P384 地盤高の沿岸方向標準偏差の変化

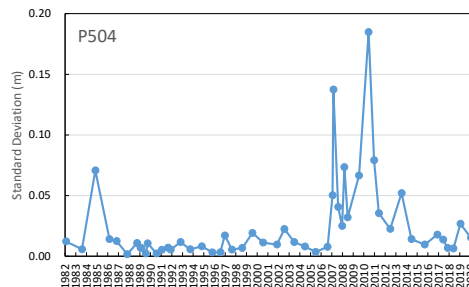


図-4.4 P504 地盤高の沿岸方向標準偏差の変化

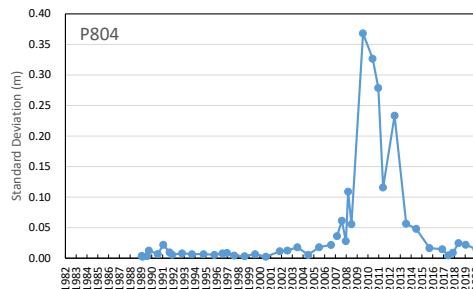


図-4.5 P804 地盤高の沿岸方向標準偏差の変化

いては、今回の深浅測量範囲では1カ所ではしか測量されていませんが、中村ら(2018)の航空レーザーで測深した鹿島港南護岸から波崎漁港までのレーザー点群データを見ると波崎海岸の沖合(レーザーで測深できる限界水深-9m程度)に数カ所の深みが岸方向に伸びている所が見られ、陸域の排水溝(小川)の位置と対応しているようにも思われます。今後、広域の地形変化を含め、定期的に観測を行っている観測栈橋での断面地形変化の解析を行い砂浜海岸全体の波と流れによる地形変化の検討する必要があります。

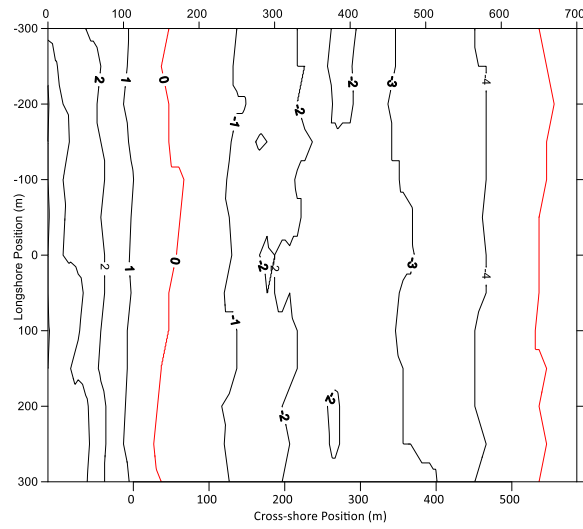
(2021年2月1日受付)

参考文献

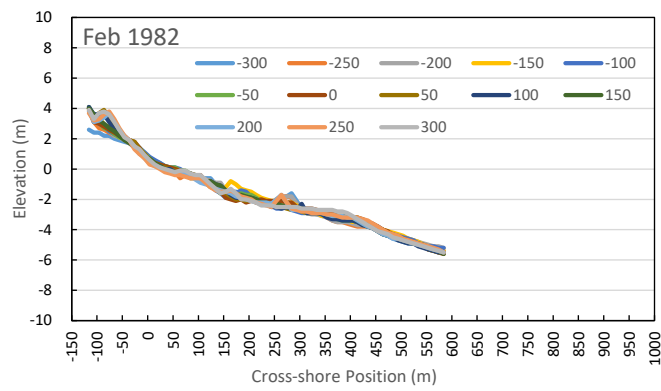
- 中村聡志・伴野雅之・小碓大地・柳嶋慎一・安田秀人
(2018)：砕波帯内における航空レーザー測深の精度
検証，港空研資料，No.1346
- Banno, M.; Nakamura, S.; Kosako, T.; Nakagawa, Y.;
Yanagishima, S.-I.; Kuriyama, Y. (2020): Long-Term
Observations of Beach Variability at Hasaki, Japan. J.Mar.
Sci. Eng. 2020,8,871.
- B.Mutlu Sumer, Jorgen Fredsoe (2002): The Mechanics of
Scour in the Marine Environment, World Scientific
Publishing Co.Pte. Ltd., 536p.

附表-1 深淺測量一覽表

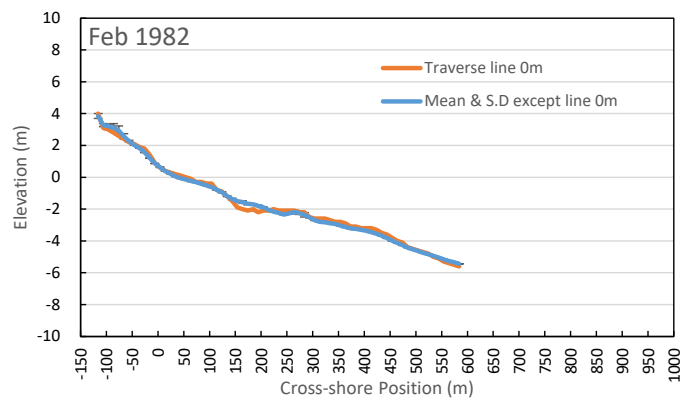
西曆年	月	日	西曆年	月	日
1982	2		2002	8	7
1983	8		2003	7	11
1984	11		2004	7	14
1986	3		2005	7	16
1986	11		2006	8	26
1987	11		2007	2	15
1988	10		2007	3	14
1989	2		2007	8	25
1989	3		2008	1	8
1989	8		2008	3	26
1989	10		2008	7	16
1990	8		2009	8	9
1991	2		2010	7	3
1991	9		2011	1	8
1991	12		2011	6	21
1992	11		2012	7	17
1993	10		2013	8	10
1994	11		2014	7	16
1995	11		2015	10	13
1996	8		2016	12	18
1997	1		2017	7	4
1997	9		2017	12	11
1998	8	20	2018	6	22
1999	8	6	2019	2	19
2000	8	7	2020	2	15
2001	11	23	2020	8	12



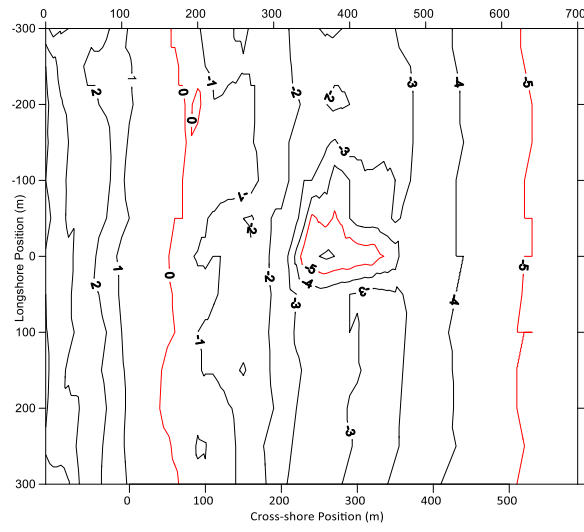
付図-1.1 1982年2月深浅測量（栈橋建設前） 等深线图



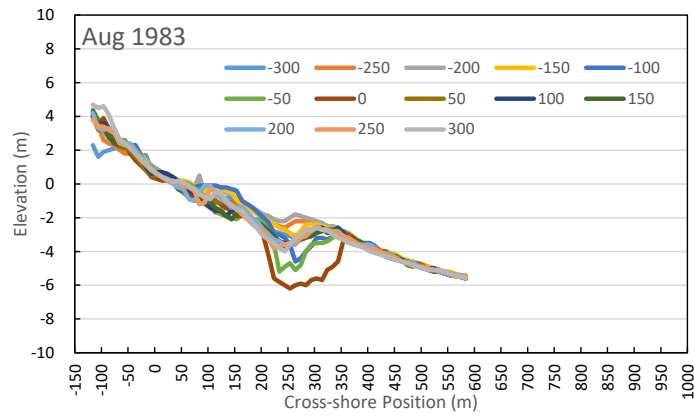
付図-1.2 1982年2月深浅測量（栈橋建設前） 測線重ね合わせ



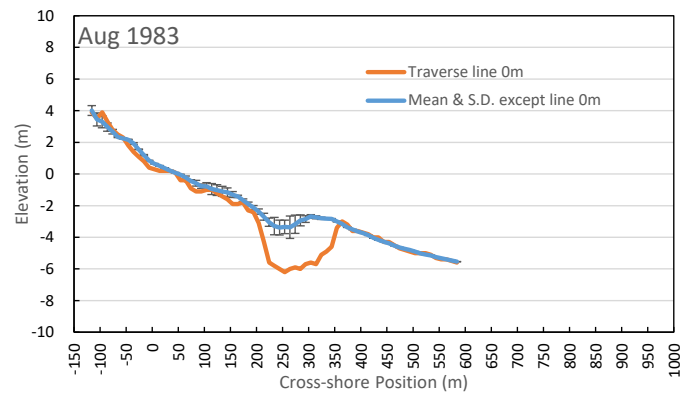
付図-1.3 1982年2月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



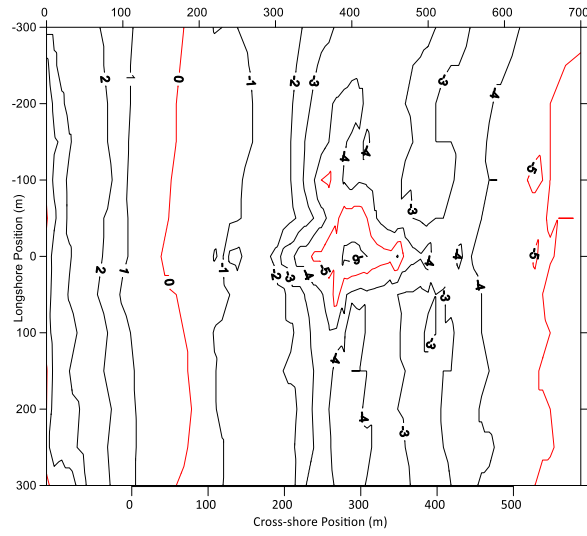
付図-2.1 1983年8月深浅測量（仮設栈橋 200m） 等深线图



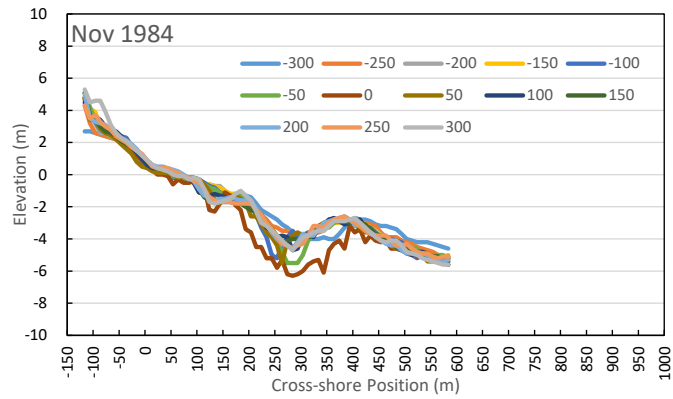
付図-2.2 1983年8月深浅測量（仮設栈橋 200m） 測線重ね合わせ



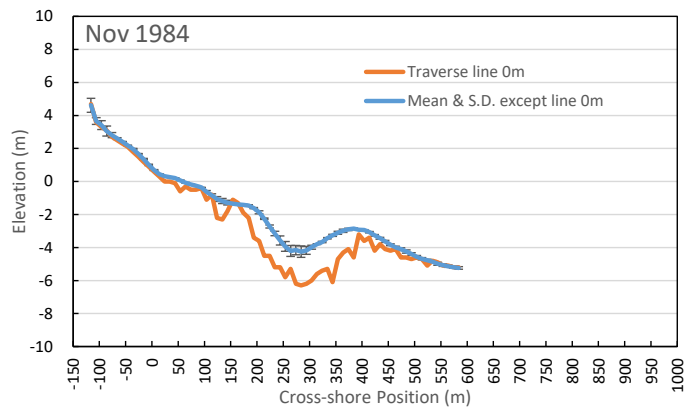
付図-2.3 1983年8月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



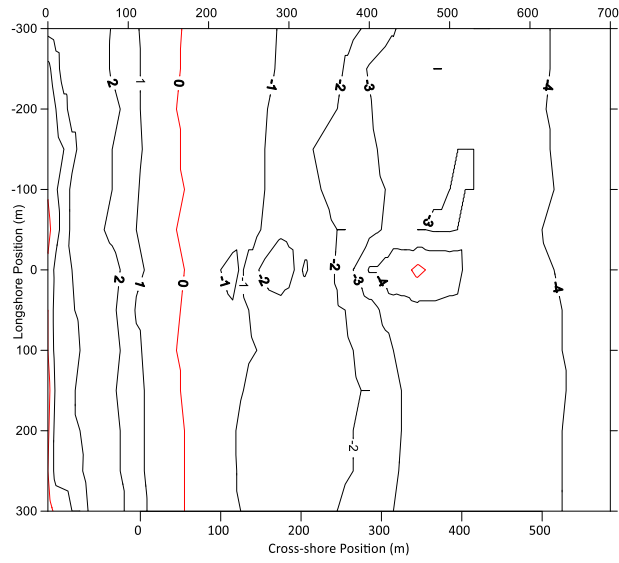
付図-3.1 1984年11月深浅測量（仮設棧橋400m）等深浅図



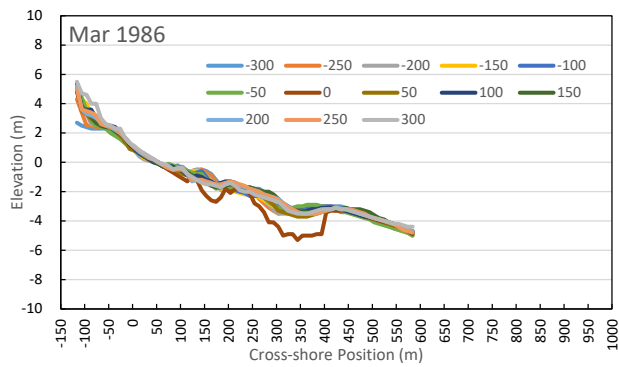
付図-3.2 1984年11月深浅測量（仮設棧橋400m）測線重ね合わせ



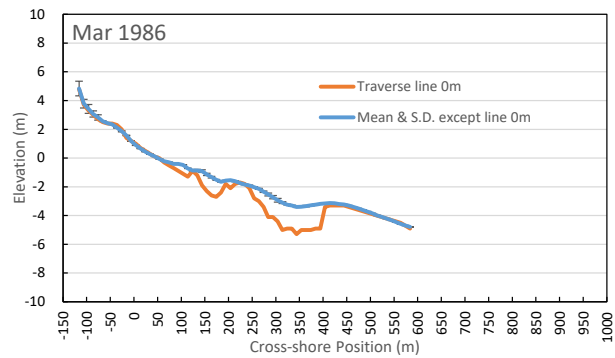
付図-3.3 1984年11月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



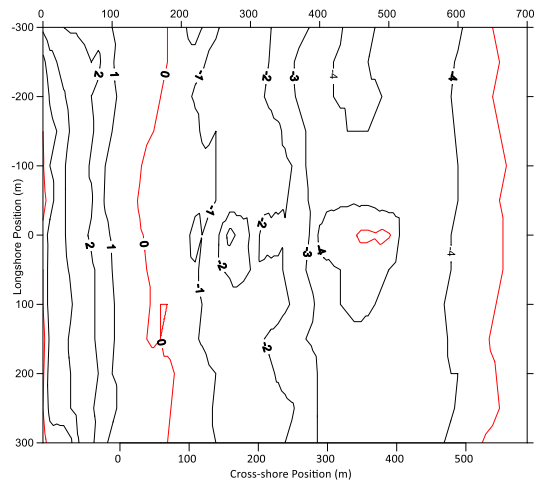
付図-4.1 1986年3月深浅測量（栈橋建設後）等深线图



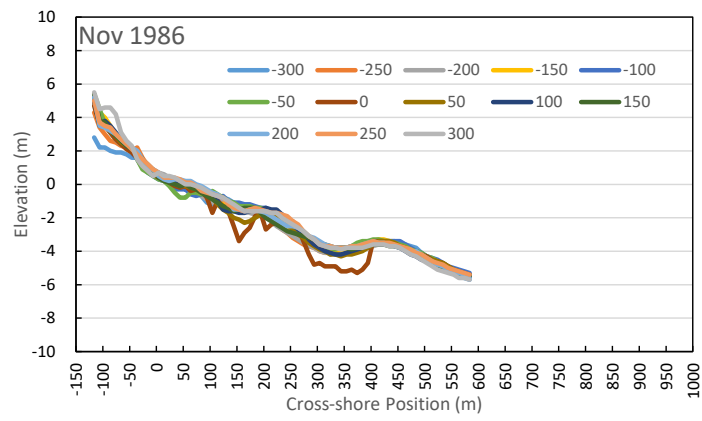
付図-4.2 1986年3月深浅測量（栈橋建設後）測線重ね合わせ



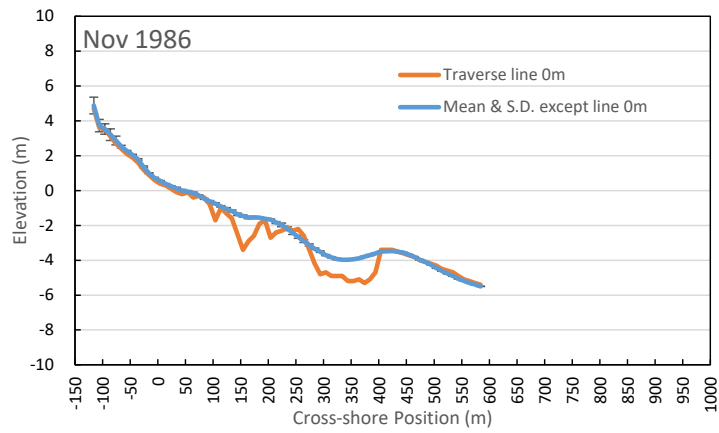
付図-4.3 1986年3月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



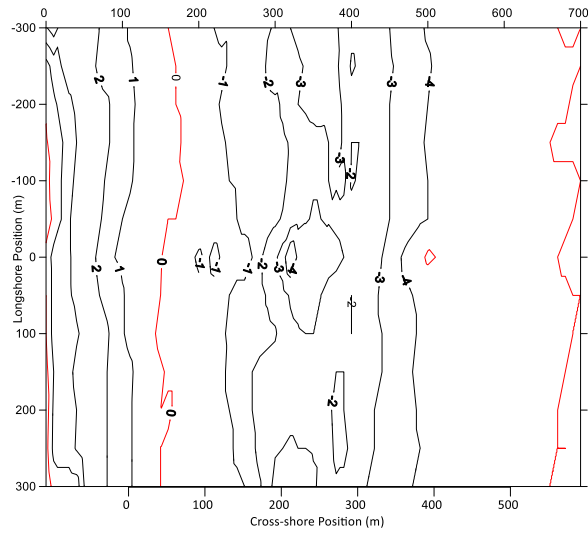
付図-5.1 1986年11月深浅測量 等深线图



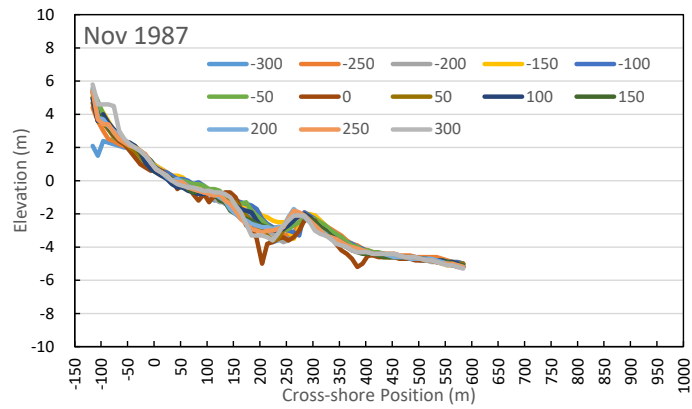
付図-5.2 1986年11月深浅測量 測線重ね合わせ



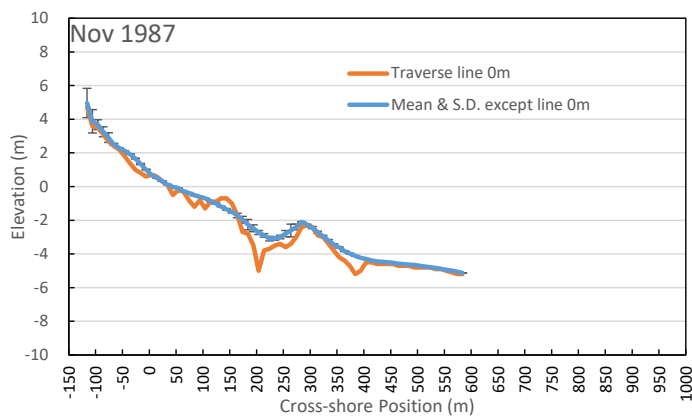
付図-5.3 1986年11月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



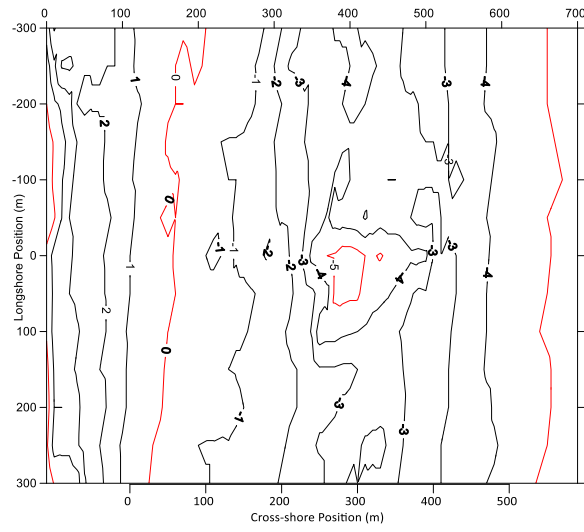
付図-6.1 1987年11月深浅測量 等深浅図



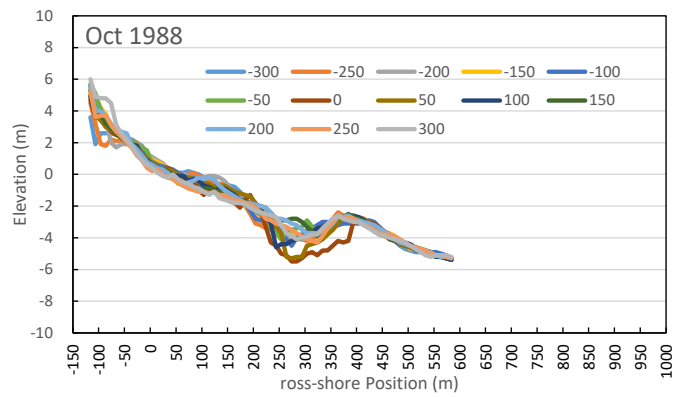
付図-6.2 1987年11月深浅測量 測線重ね合わせ



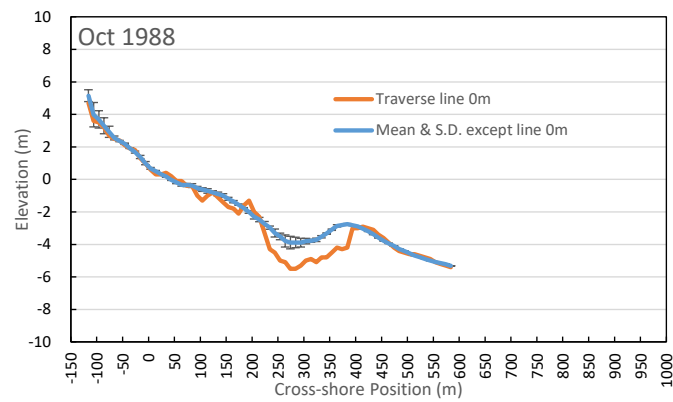
付図-6.3 1987年11月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



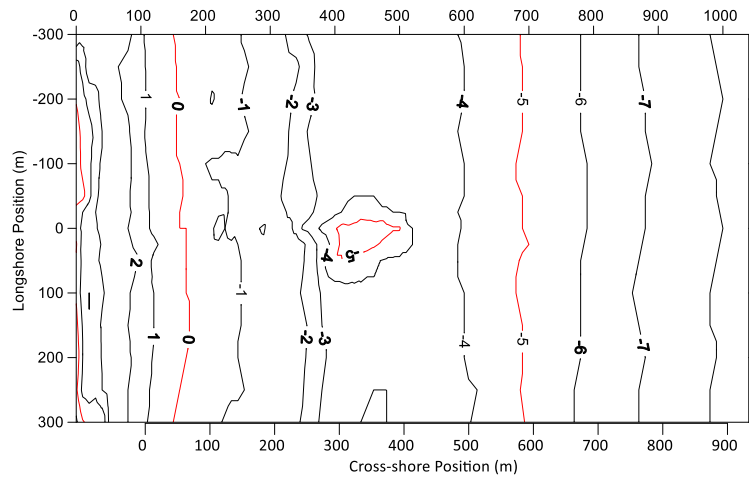
付図-7.1 1988年10月深浅測量 等深浅図



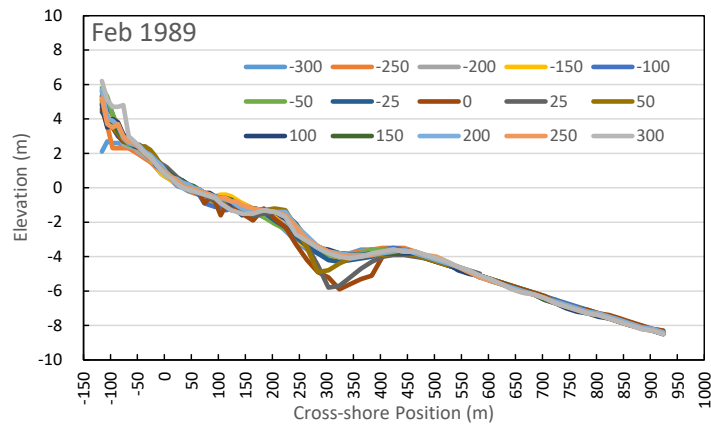
付図-7.2 1988年10月深浅測量 測線重ね合わせ



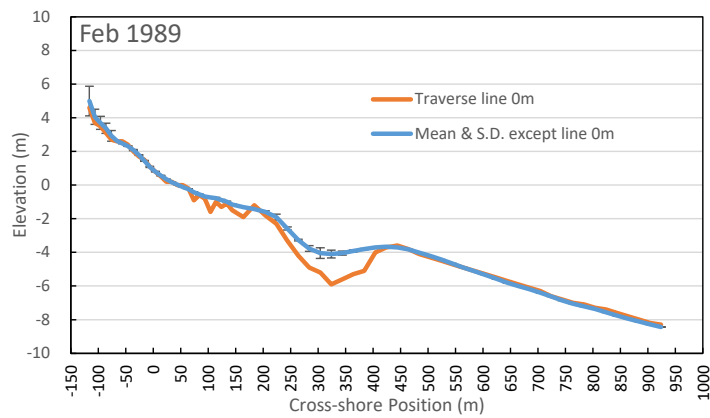
付図-7.3 1988年10月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



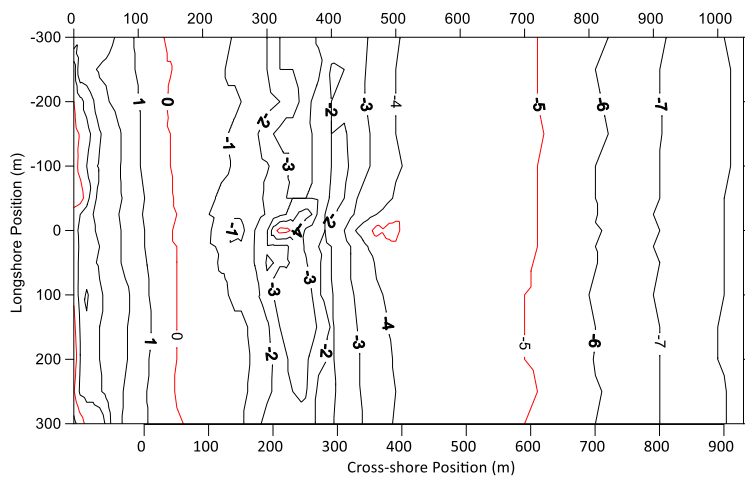
付図-8.1 1989年2月深浅測量 等深线图



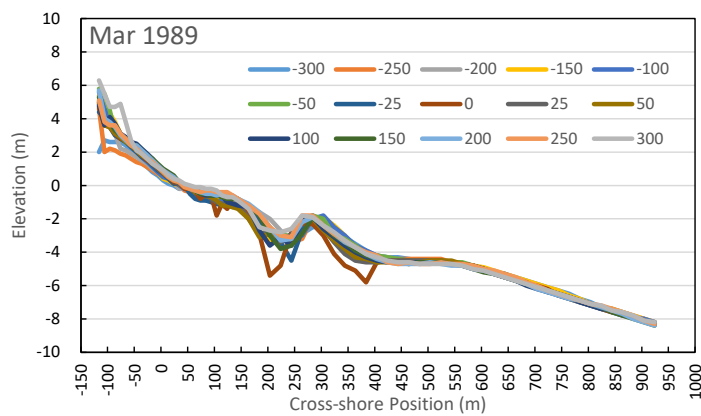
付図-8.2 1989年2月深浅測量 測線重ね合わせ



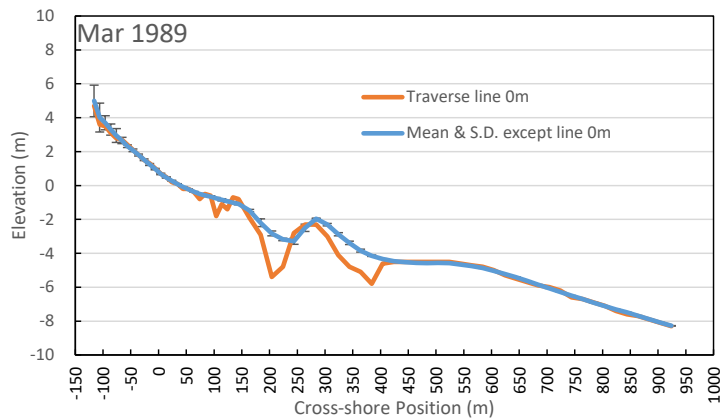
付図-8.3 1989年2月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



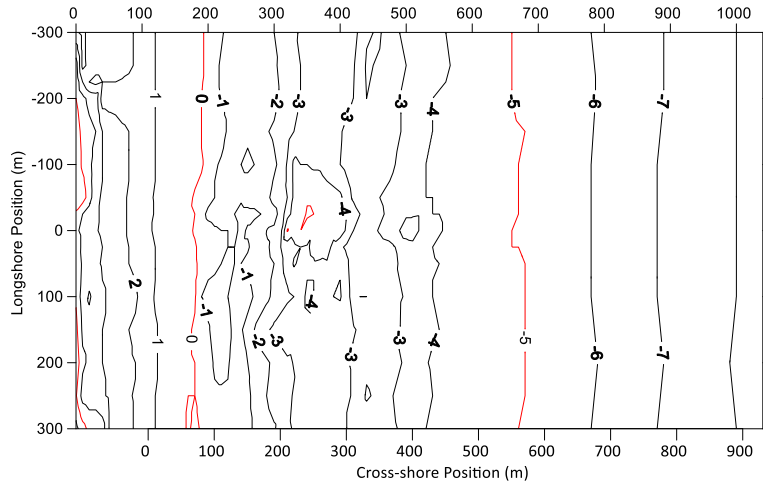
付図-9.1 1989年3月深浅測量 等深浅図



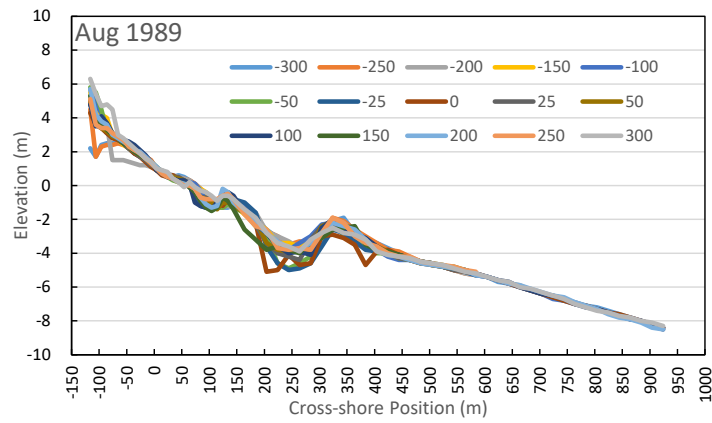
付図-9.2 1989年3月深浅測量 測線重ね合わせ



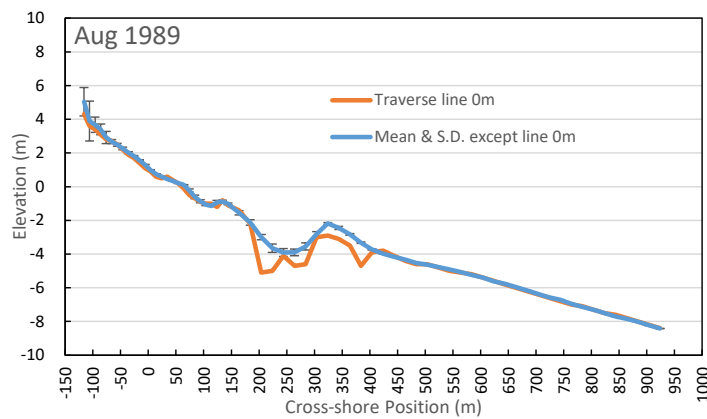
付図-9.3 1989年3月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



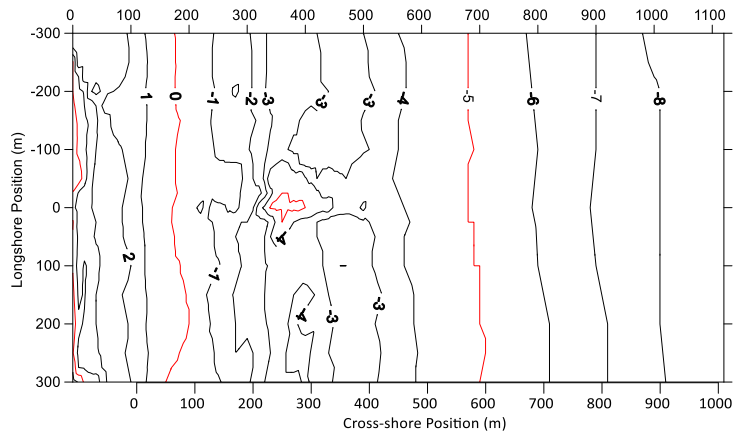
付図-10.1 1989年8月深淺測量 等深淺図



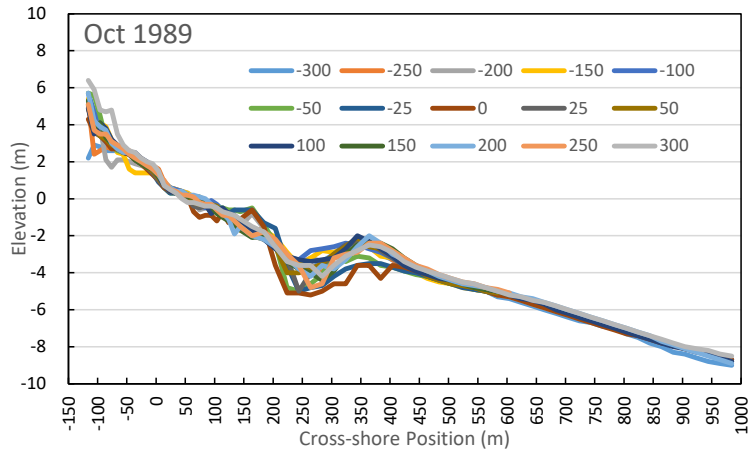
付図-10.2 1989年8月深淺測量 測線重ね合わせ



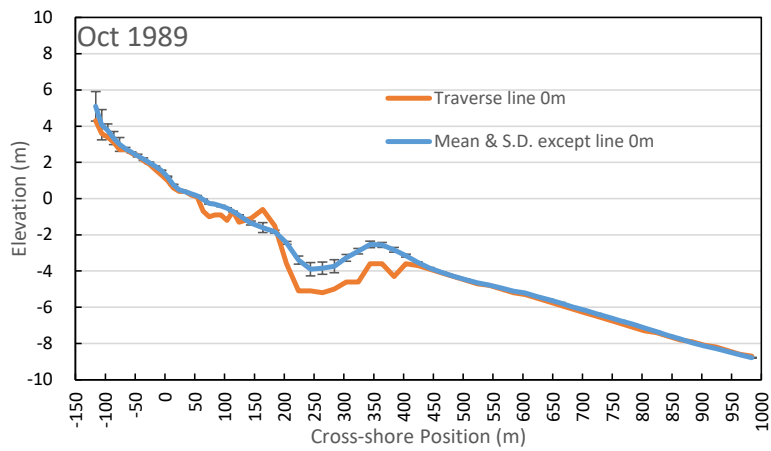
付図-10.3 1989年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



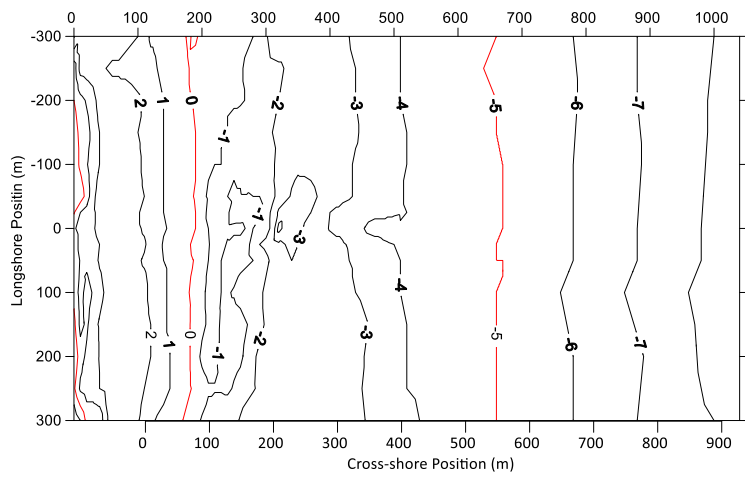
付図-11.1 1989年10月深浅測量 等深浅図



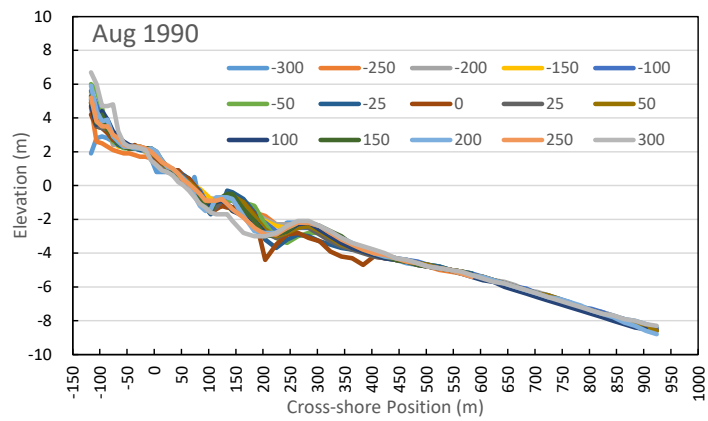
付図-11.2 1989年10月深浅測量 測線重ね合わせ



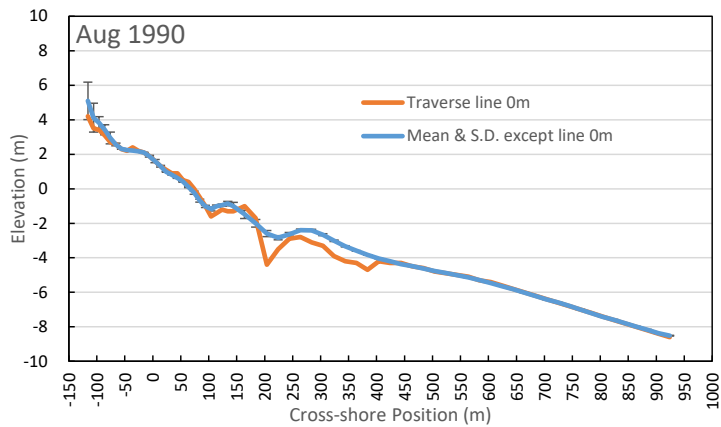
付図-11.3 1989年10月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



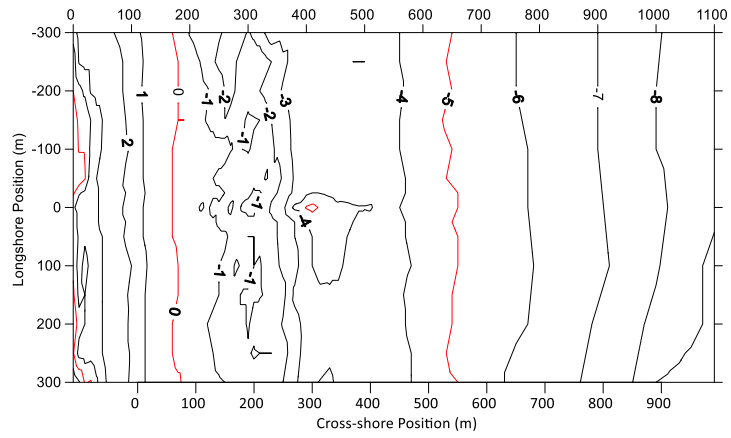
付図-12.1 1990年8月深浅測量 等深线图



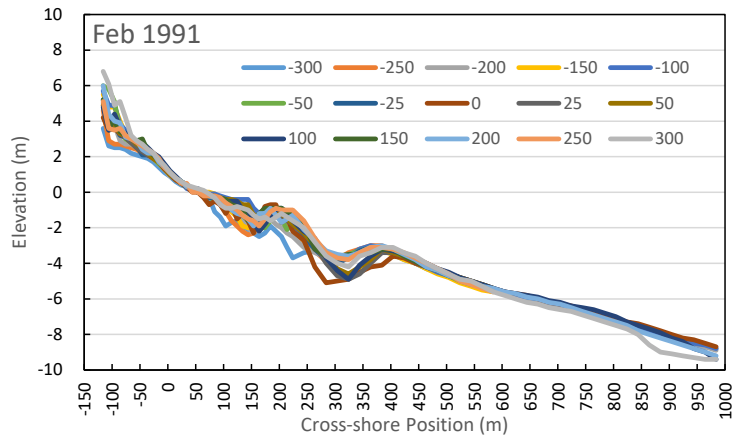
付図-12.2 1990年8月深浅測量 測線重ね合わせ



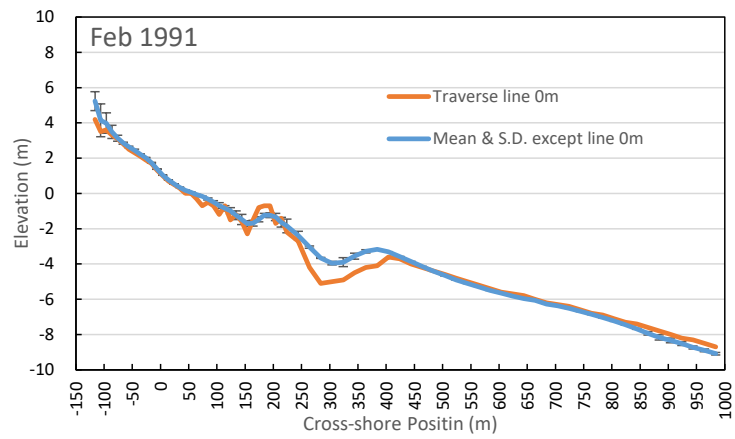
付図-12.3 1990年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



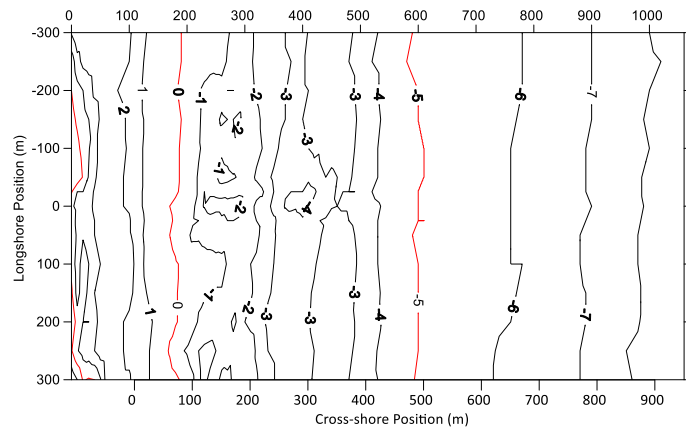
付図-13.1 1991年2月深浅測量 等深线图



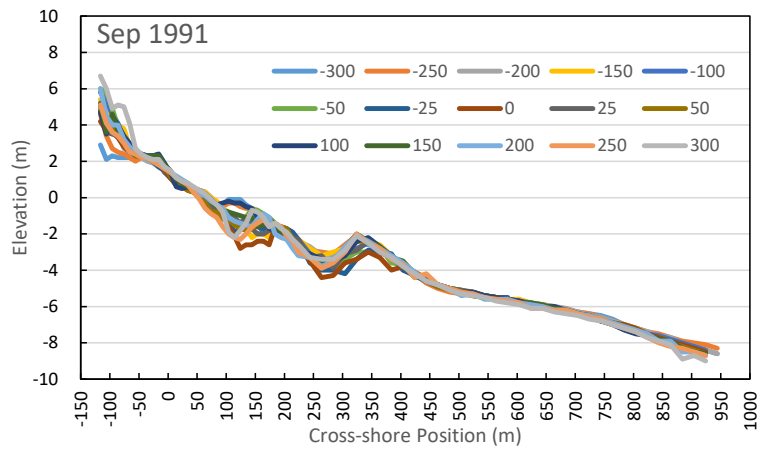
付図-13.2 1991年2月深浅測量 測線重ね合わせ



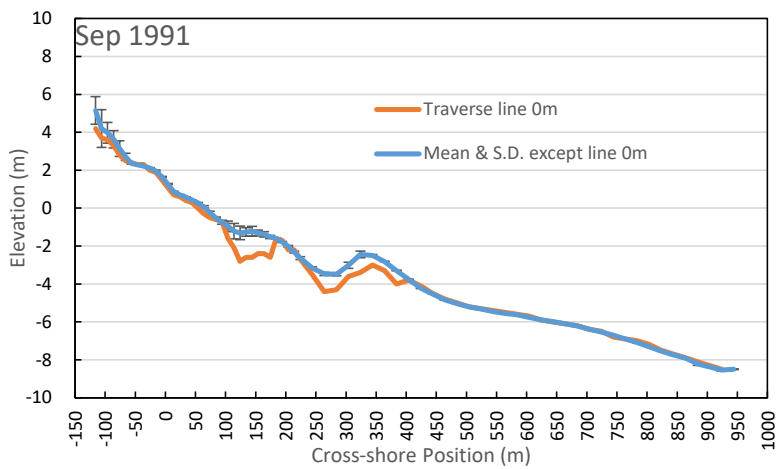
付図-13.3 1991年2月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



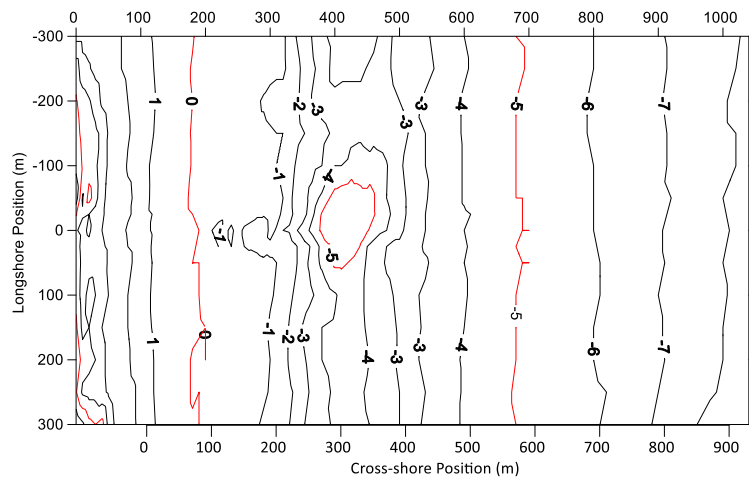
付図-14.1 1991年9月深浅測量 等深线图



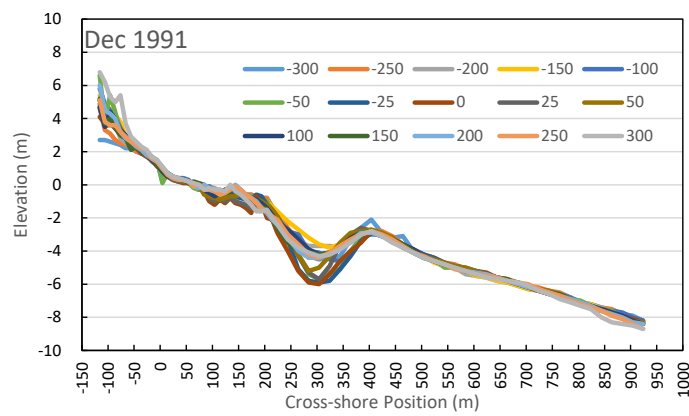
付図-14.2 1991年9月深浅測量 測線重ね合わせ



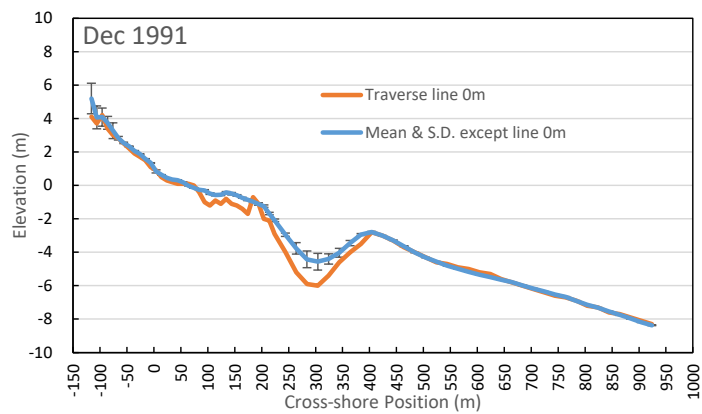
付図-14.3 1991年9月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



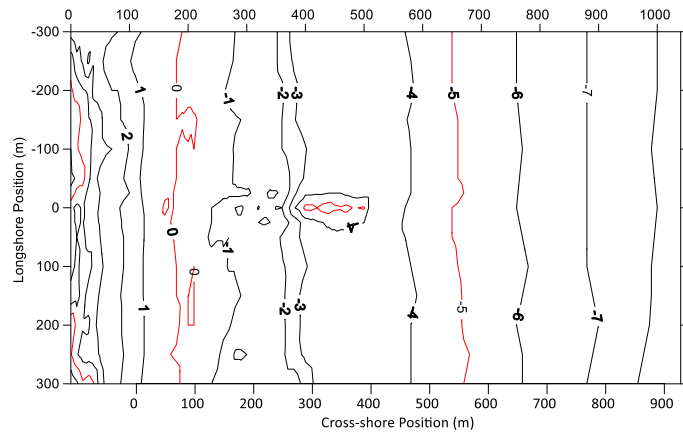
付図-15.1 1991年12月深浅測量 等深浅図



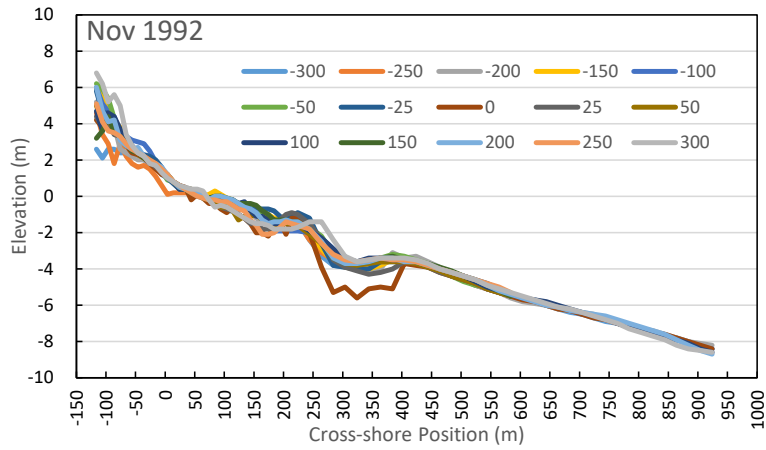
付図-15.2 1991年12月深浅測量 測線重ね合わせ



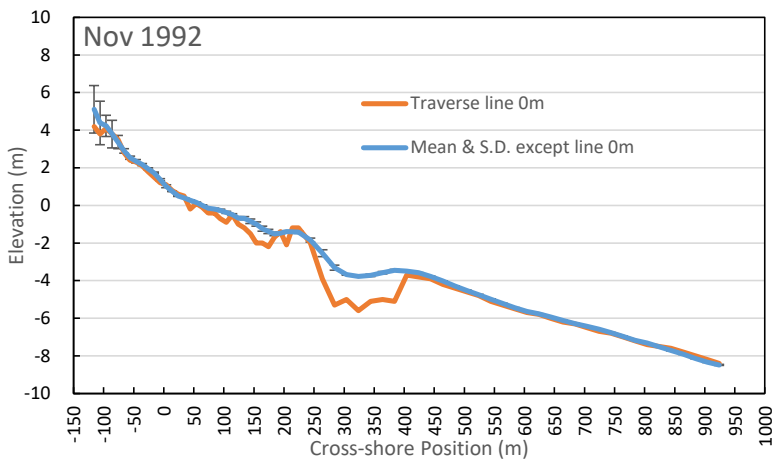
付図-15.3 1991年12月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



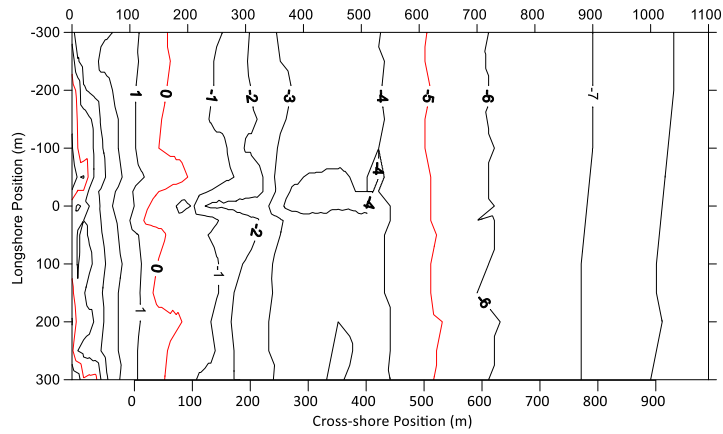
付図-16.1 1992年11月深浅測量 等深浅図



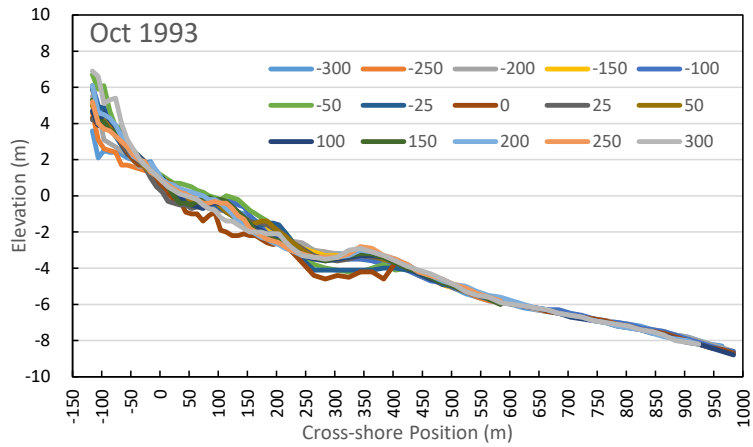
付図-16.2 1992年11月深浅測量 測線重ね合わせ



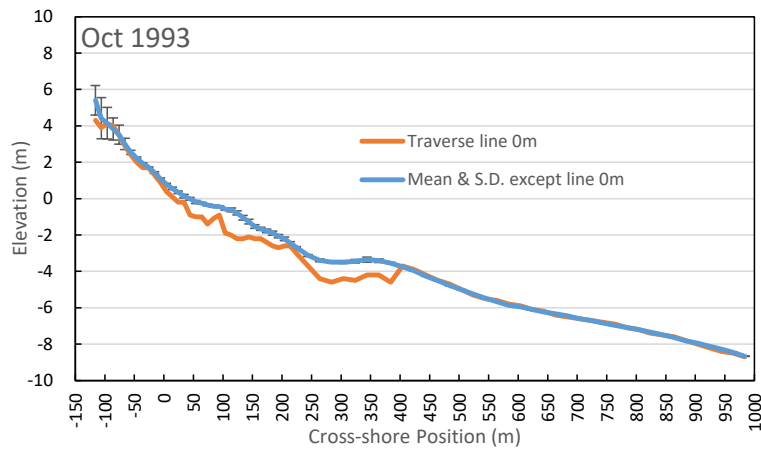
付図-16.3 1992年11月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



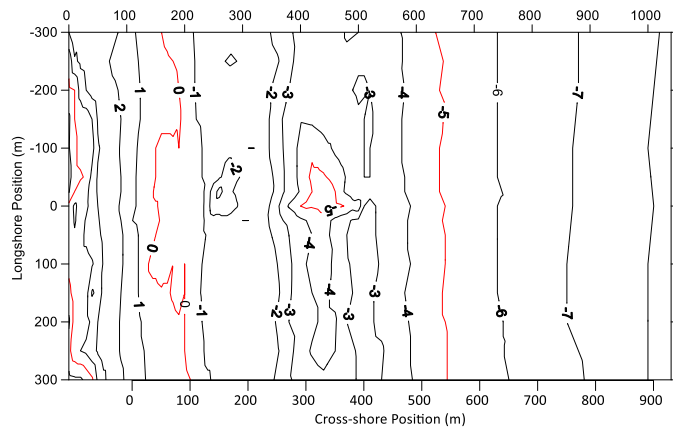
付図-17.1 1993年10月深浅測量 等深线图



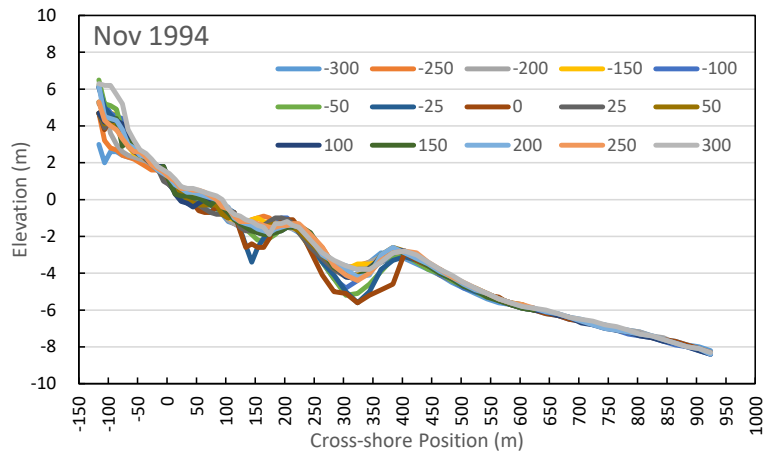
付図-17.2 1993年10月深浅測量 測線重ね合わせ



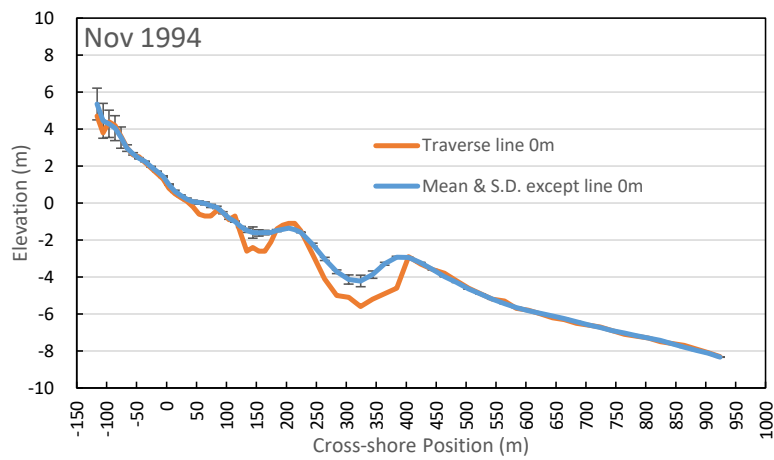
付図-17.3 1993年10月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



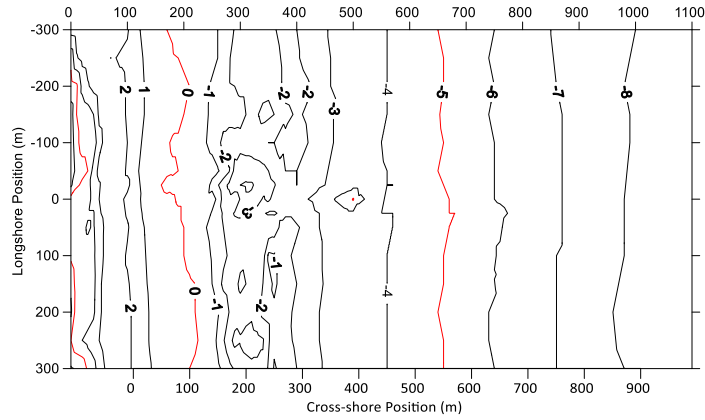
付図-18.1 1994年11月深浅測量 等深线图



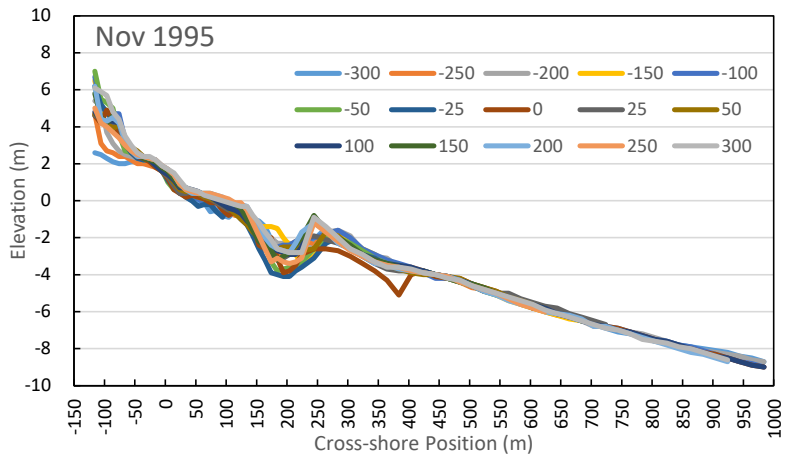
付図-18.2 1994年11月深浅測量 測線重ね合わせ



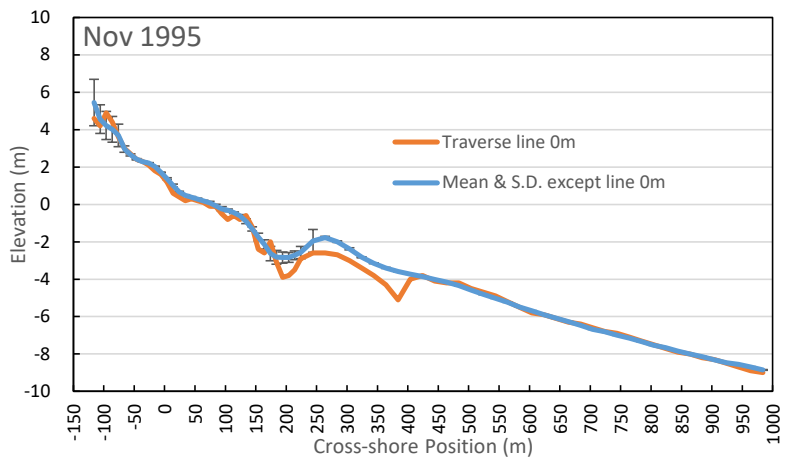
付図-18.3 1994年11月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



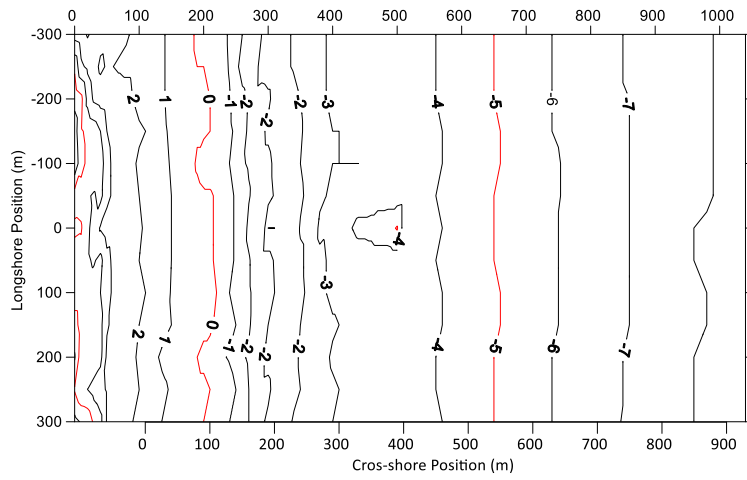
付図-19.1 1995年11月深浅測量 等深浅図



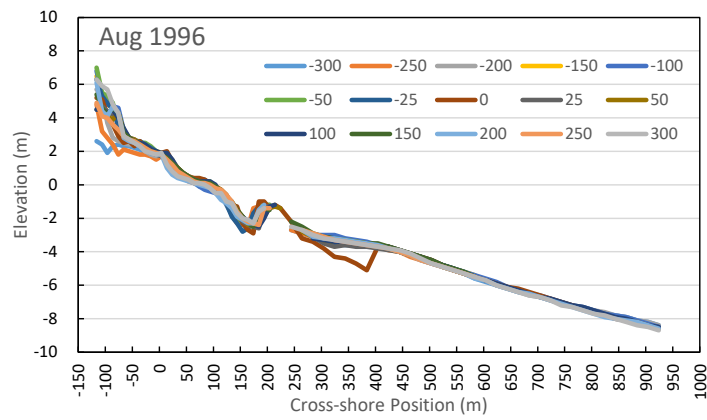
付図-19.2 1995年11月深浅測量 測線重ね合わせ



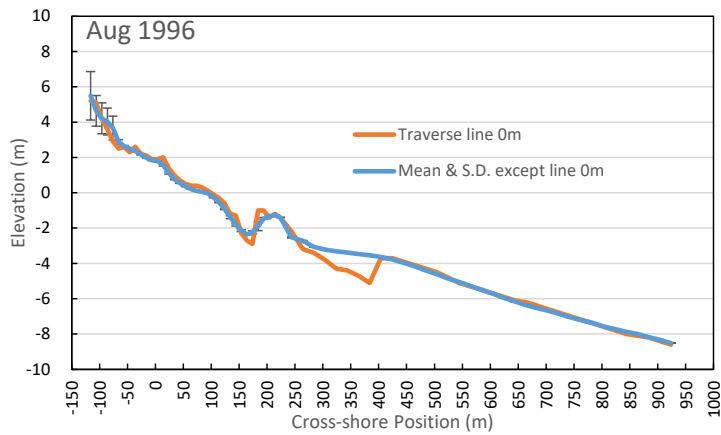
付図-19.3 1995年11月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



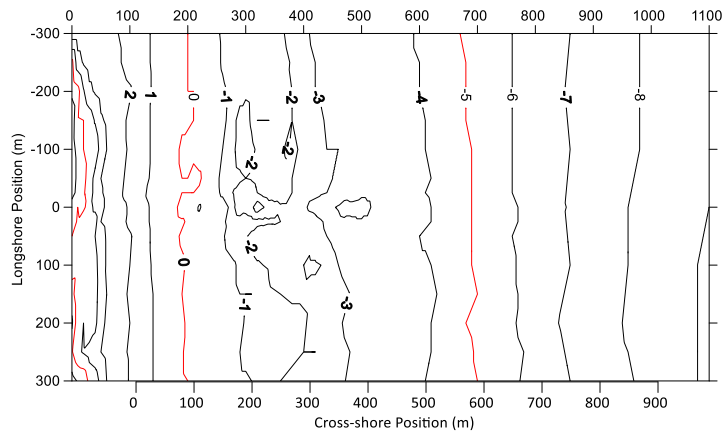
付図-20.1 1996年8月深浅測量 等深线图



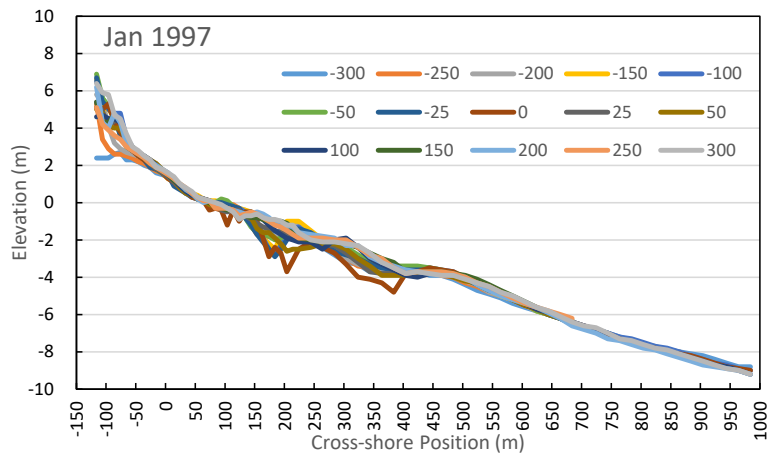
付図-20.2 1996年8月深浅測量 測線重ね合わせ



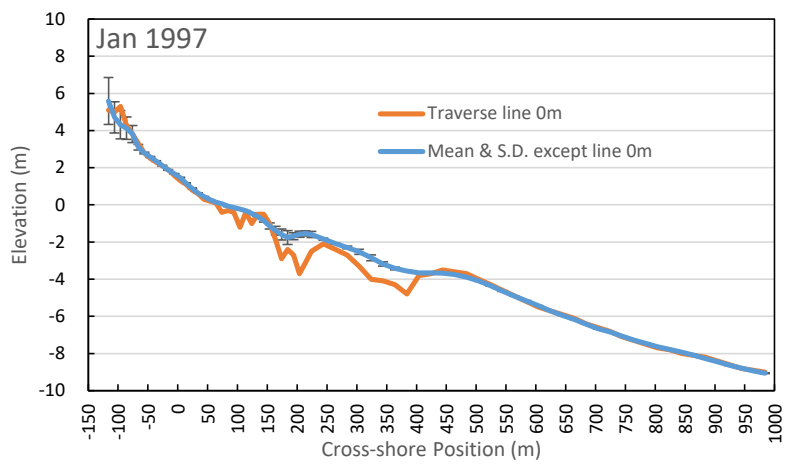
付図-20.3 1996年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



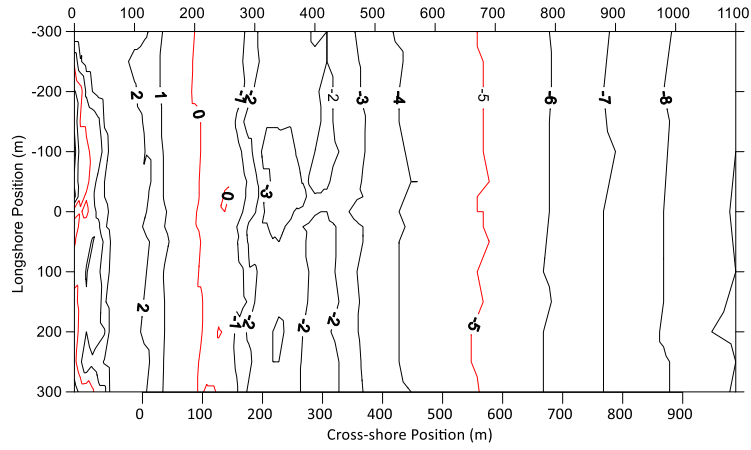
付図-21.1 1997年1月深浅測量 等深线图



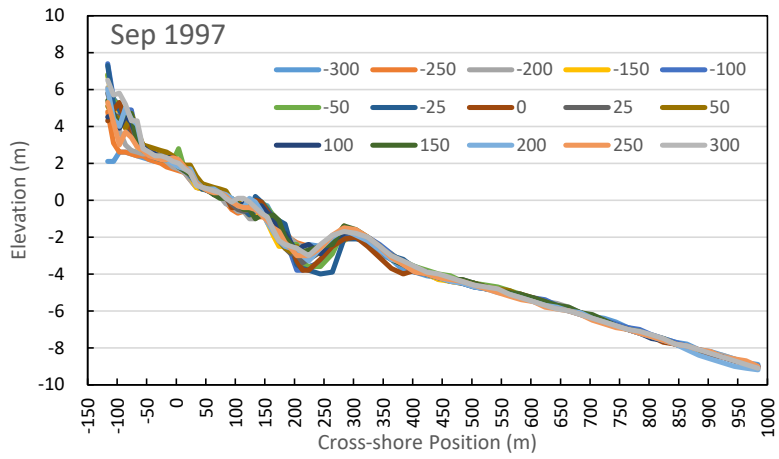
付図-21.2 1997年1月深浅測量 測線重ね合わせ



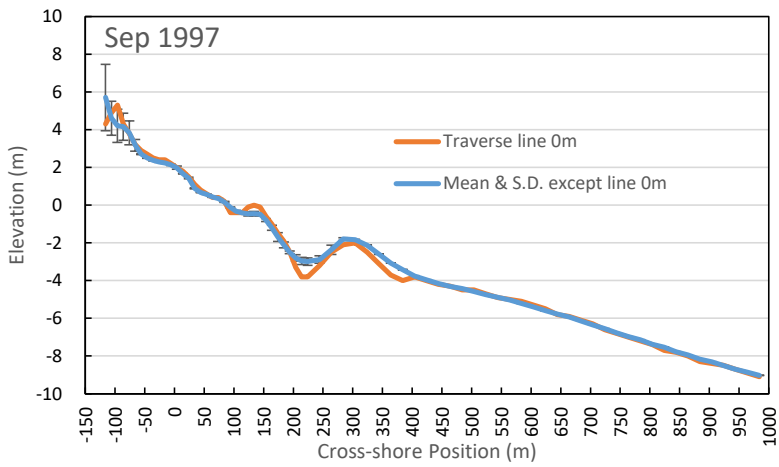
付図-21.3 1997年1月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



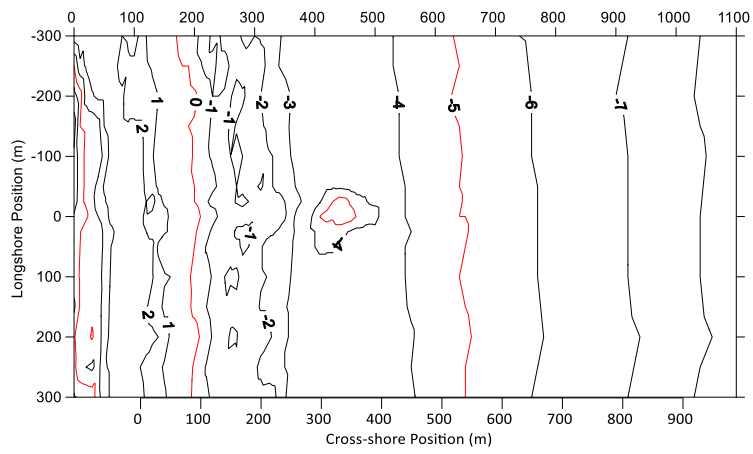
付図-22.1 1997年9月深浅測量 等深线图



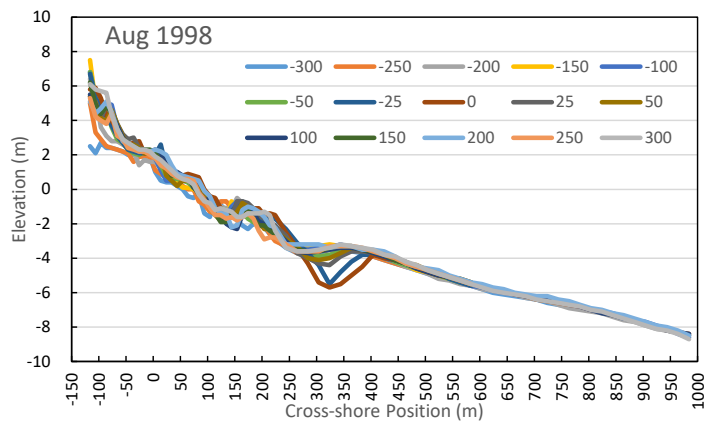
付図-22.2 1997年9月深浅測量 測線重ね合わせ



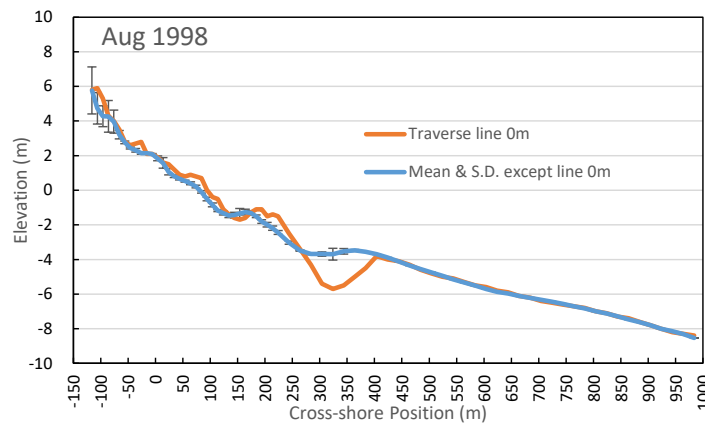
付図-22.3 1997年9月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



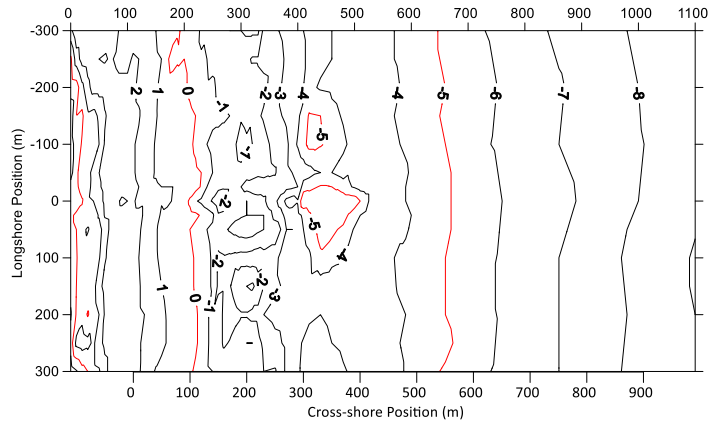
付図-23.1 1998年8月深淺測量 等深淺図



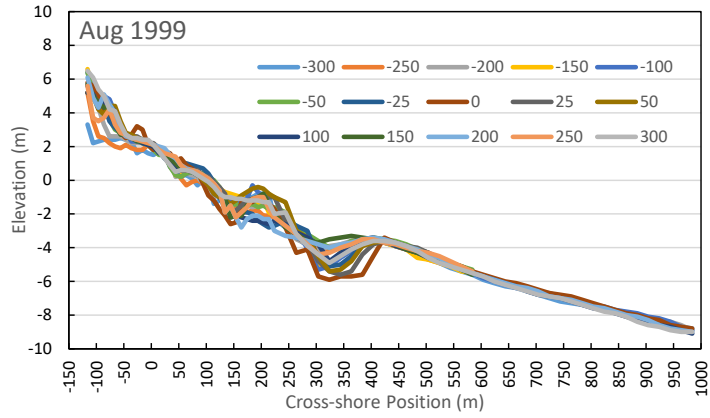
付図-23.2 1998年8月深淺測量 測線重ね合わせ



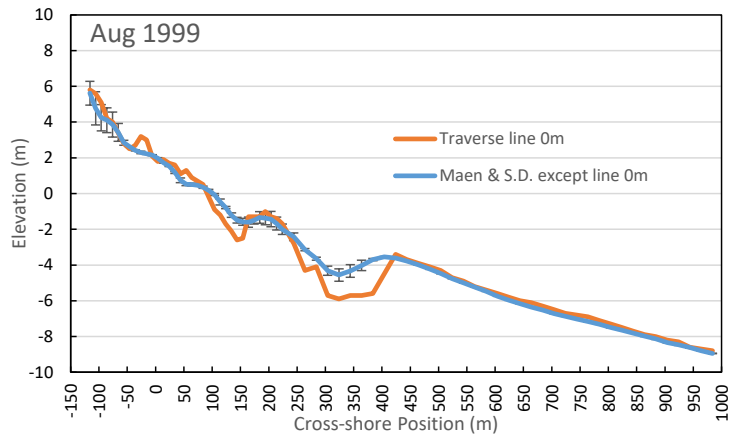
付図-23.3 1998年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



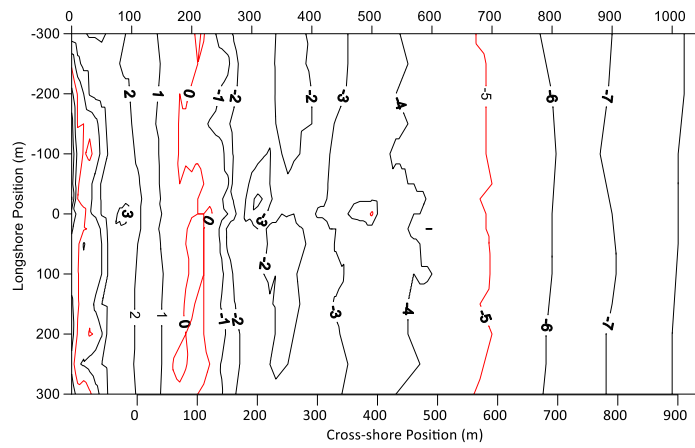
付図-24.1 1999年8月深浅測量 等深线图



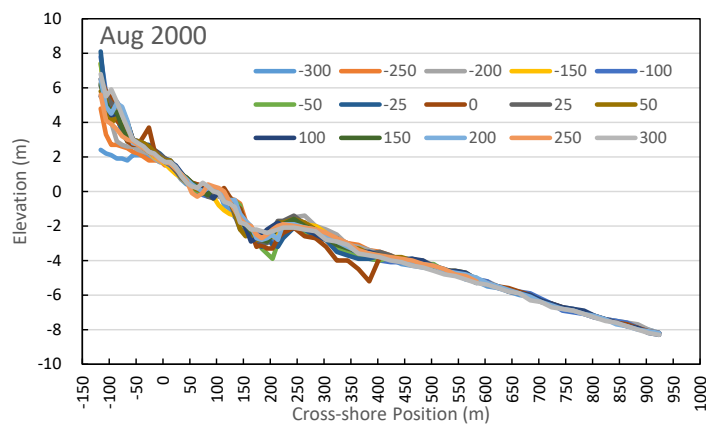
付図-24.2 1999年8月深浅測量 測線重ね合わせ



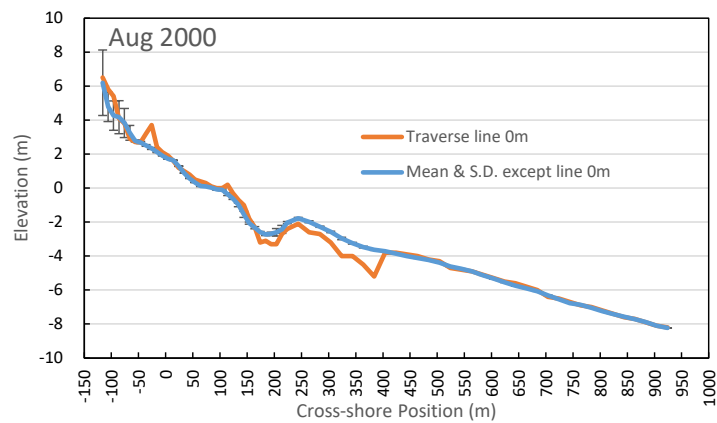
付図-24.3 1999年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



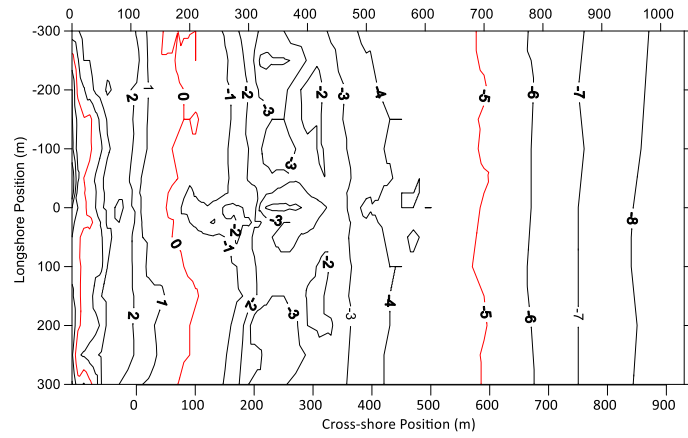
付図-25.1 2000年8月深浅測量 等深线图



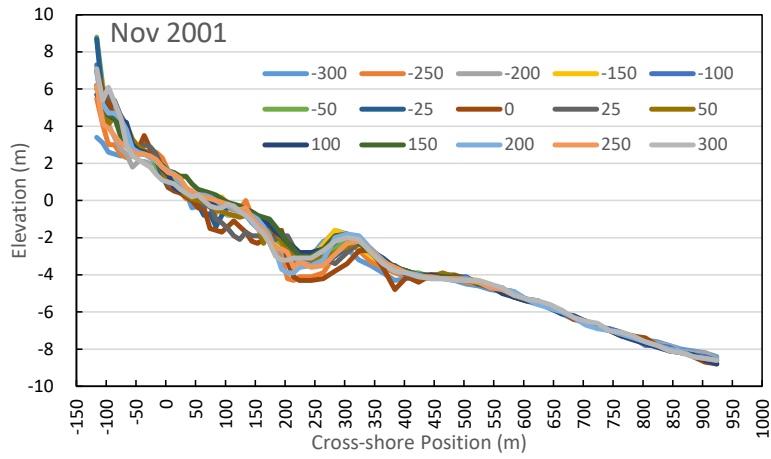
付図-25.2 2000年8月深浅測量 測線重ね合わせ



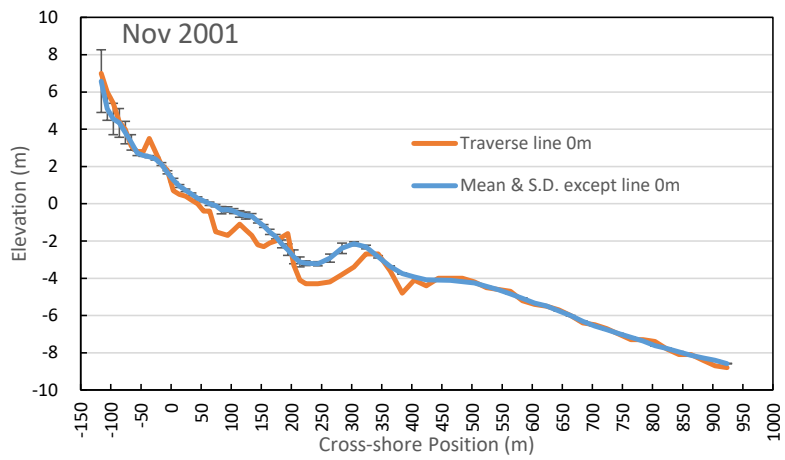
付図-25.3 2000年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



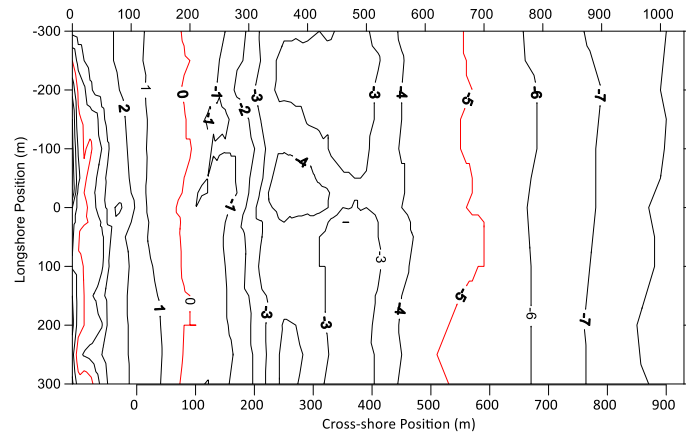
付図-26.1 2001年11月深浅測量 等深线图



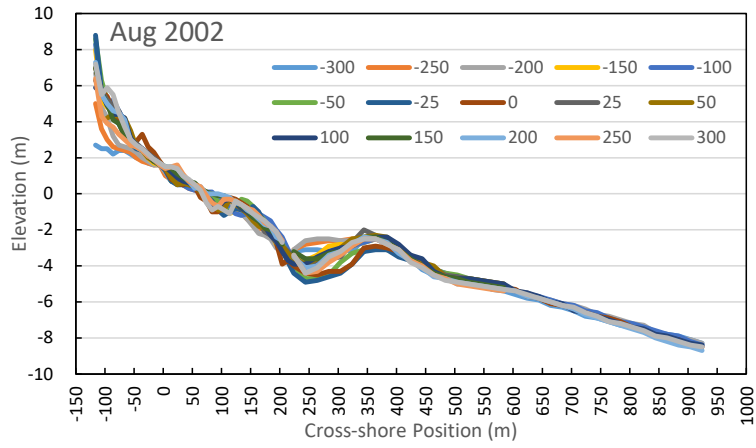
付図-26.2 2001年11月深浅測量 測線重ね合わせ



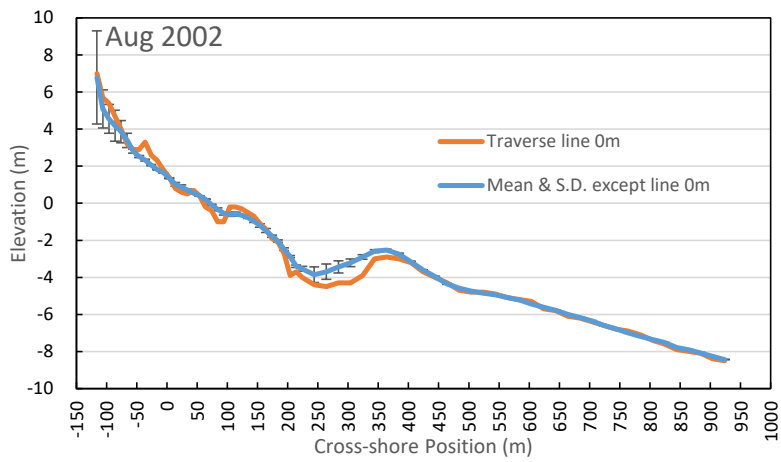
付図-26.3 2001年11月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面と標準偏差値



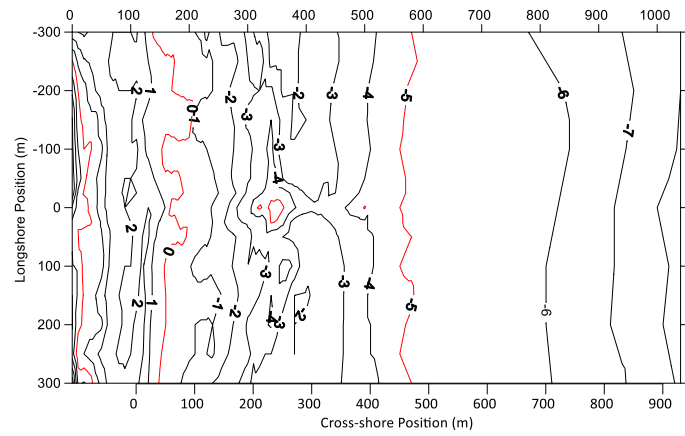
付図-27.1 2002年8月深浅測量 等深线图



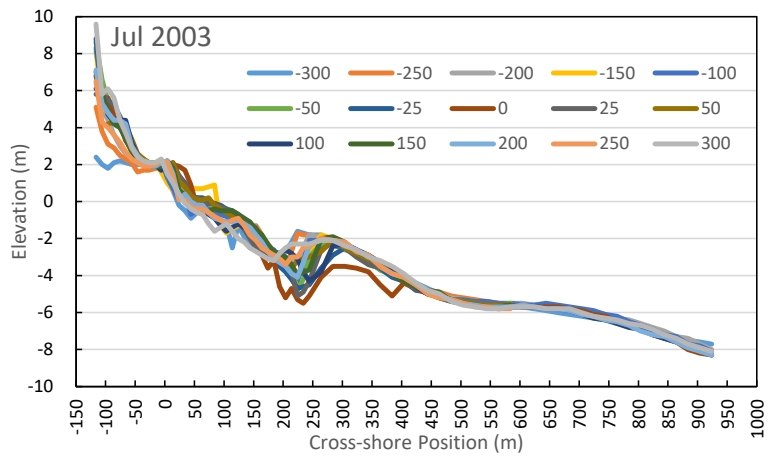
付図-27.2 2002年8月深浅測量 測線重ね合わせ



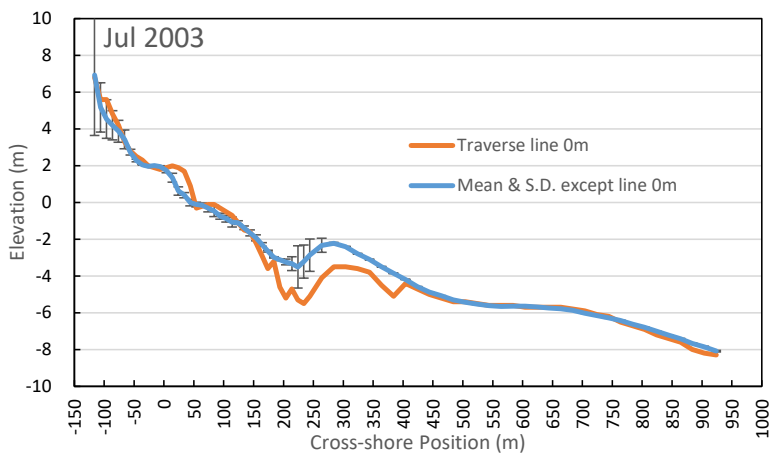
付図-27.3 2002年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



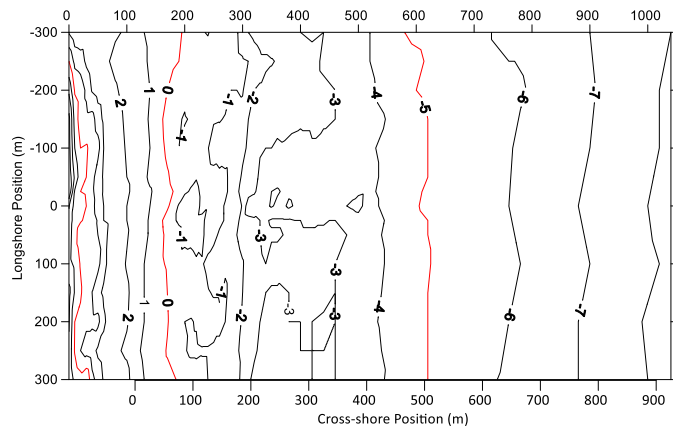
付図-28.1 2003年7月深浅測量 等深线图



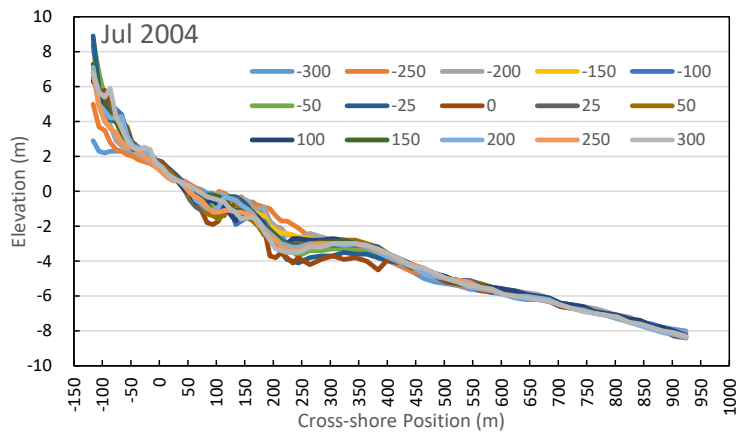
付図-28.2 2003年7月深浅測量 測線重ね合わせ



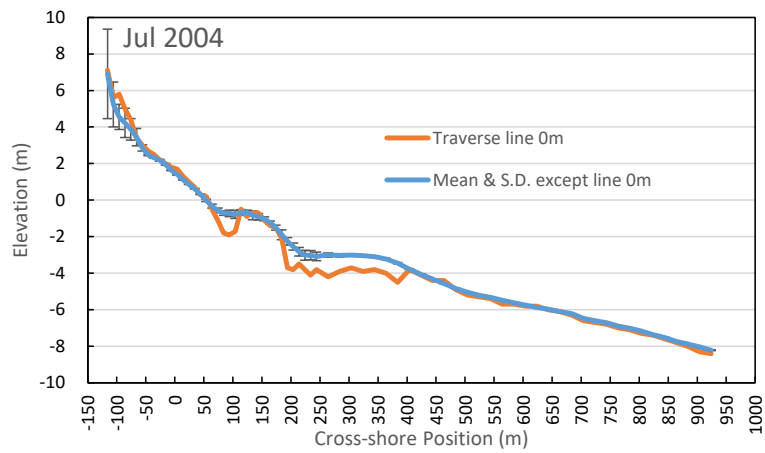
付図-28.3 2003年7月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



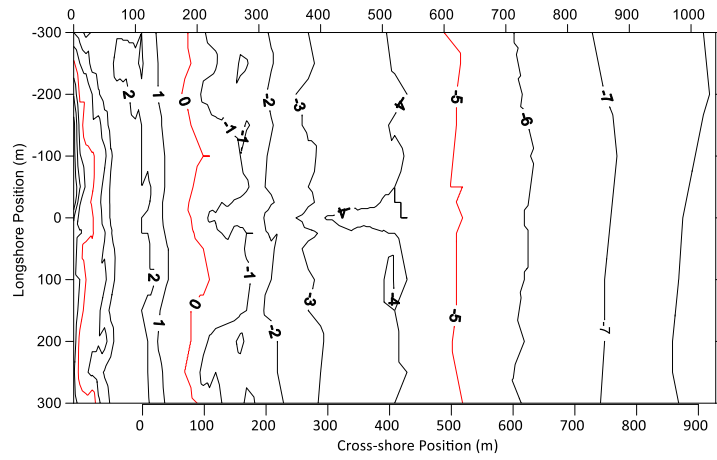
付図-29.1 2004年7月深浅測量 等深线图



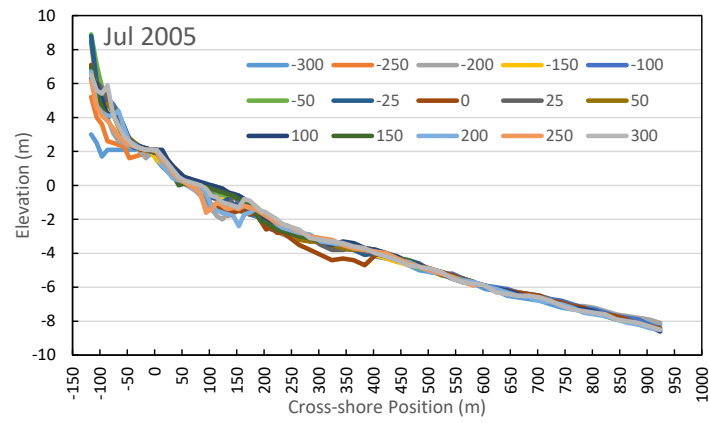
付図-29.2 2004年7月深浅測量 測線重ね合わせ



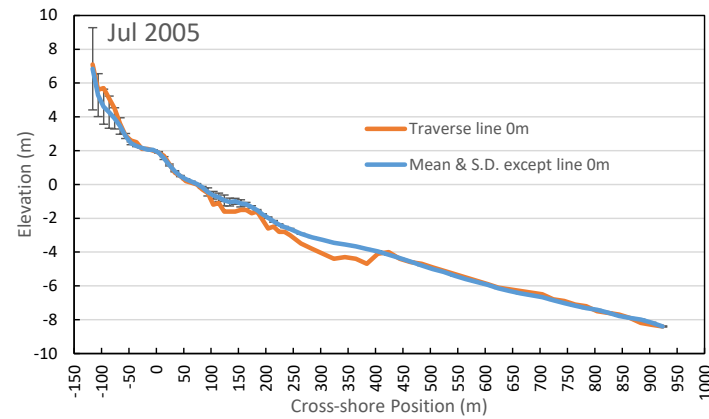
付図-29.3 2004年7月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



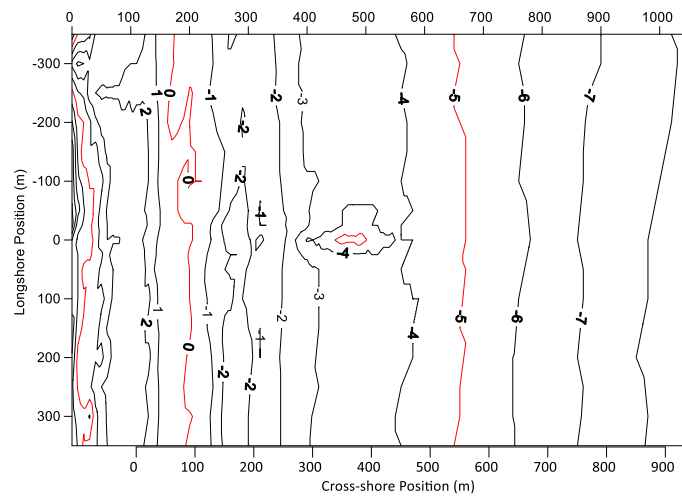
付図-30.1 2005年7月深浅測量 等深线图



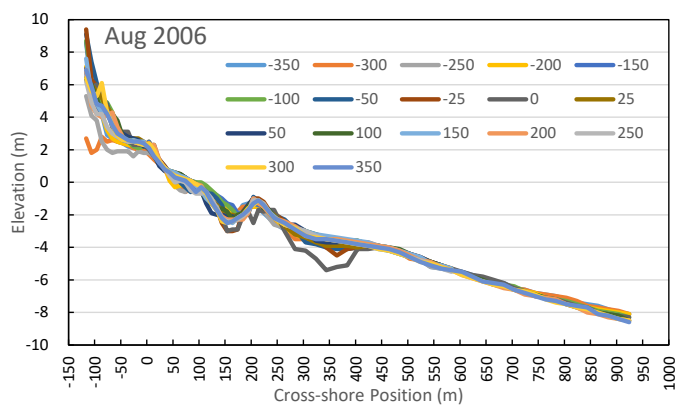
付図-30.2 2005年7月深浅測量 測線重ね合わせ



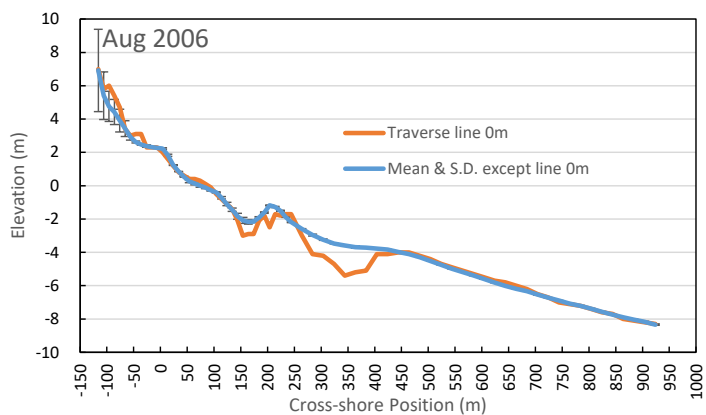
付図-30.3 2005年7月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



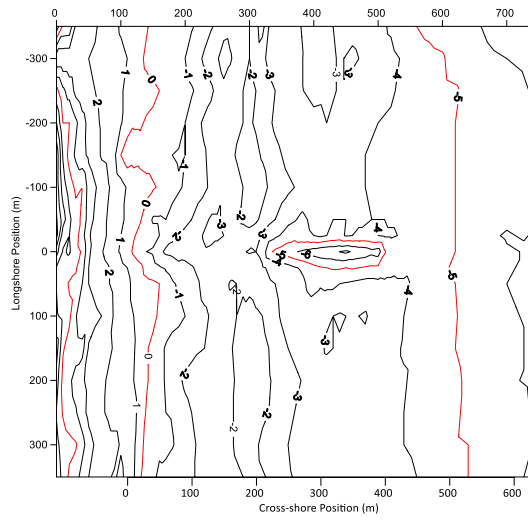
付図-31.1 2006年8月深浅測量 等深浅図



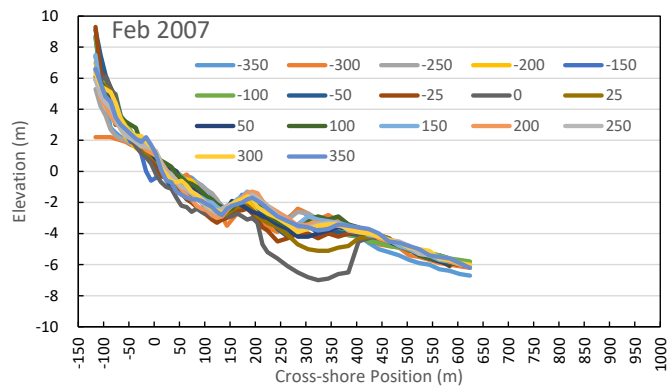
付図-31.2 2006年8月深浅測量 測線重ね合わせ



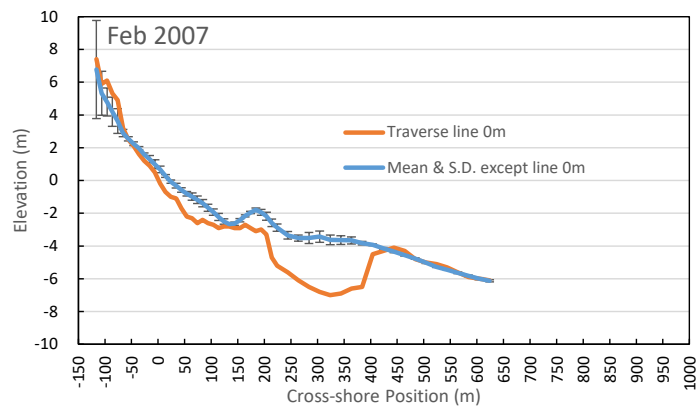
付図-31.3 2006年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



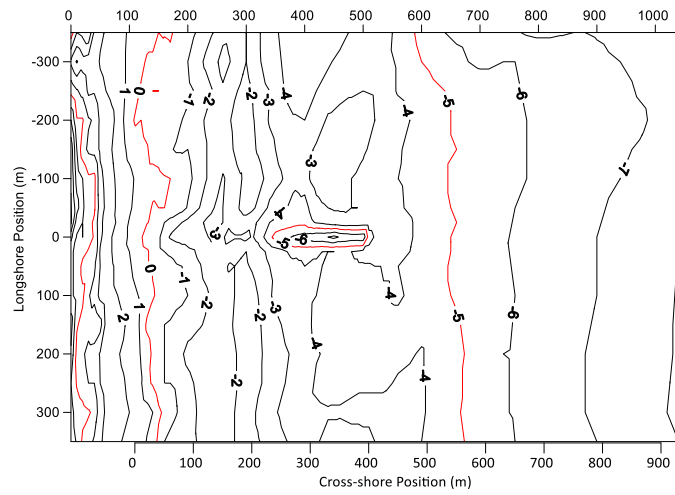
付図-32.1 2007年2月深浅測量 等深浅図



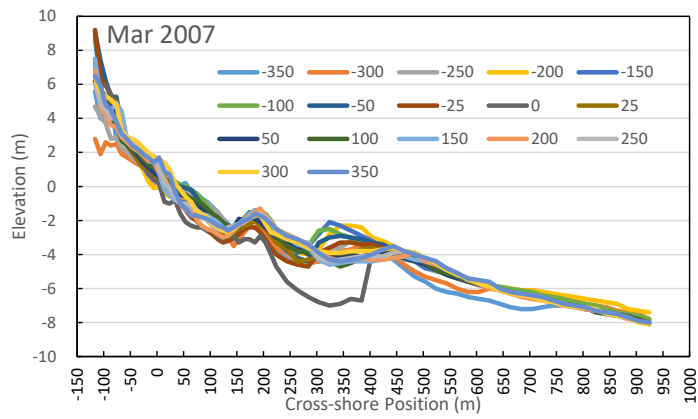
付図-32.2 2007年2月深浅測量 測線重ね合わせ



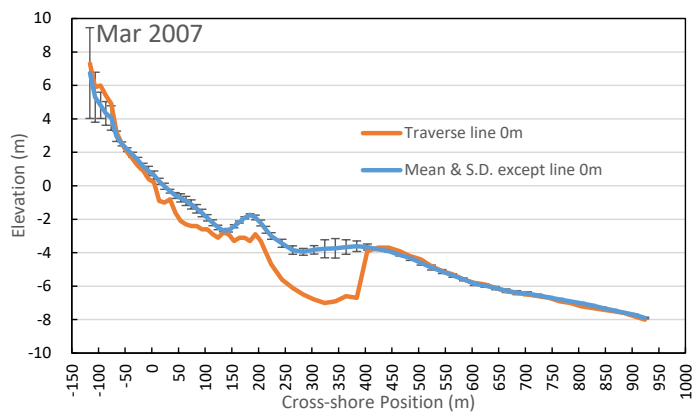
付図-32.3 2007年2月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



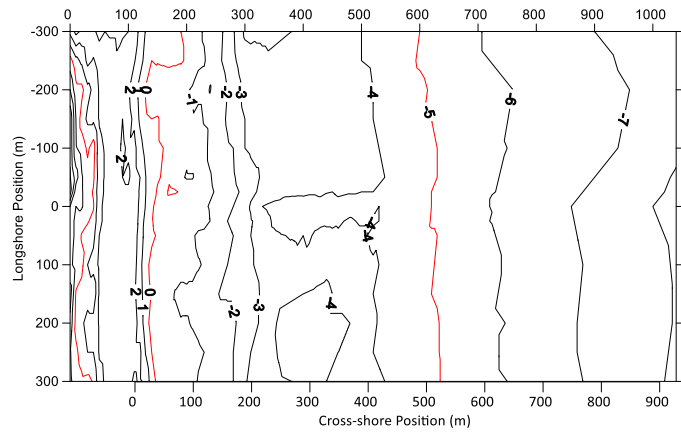
付図-33.1 2007年3月深浅測量 等深浅図



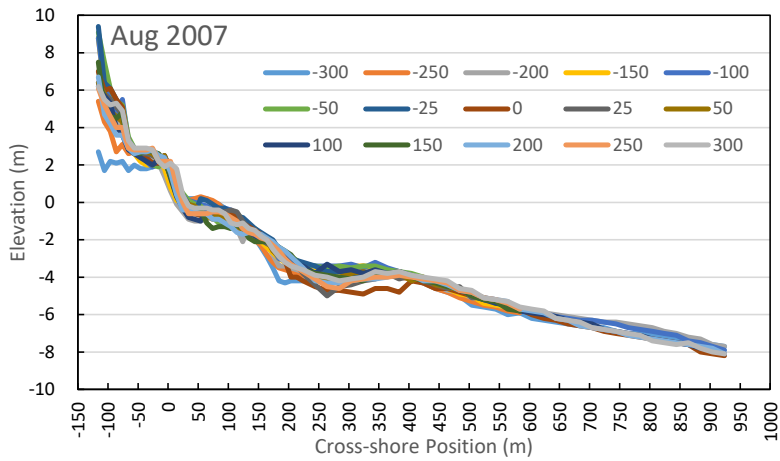
付図-33.2 2007年3月深浅測量 測線重ね合わせ



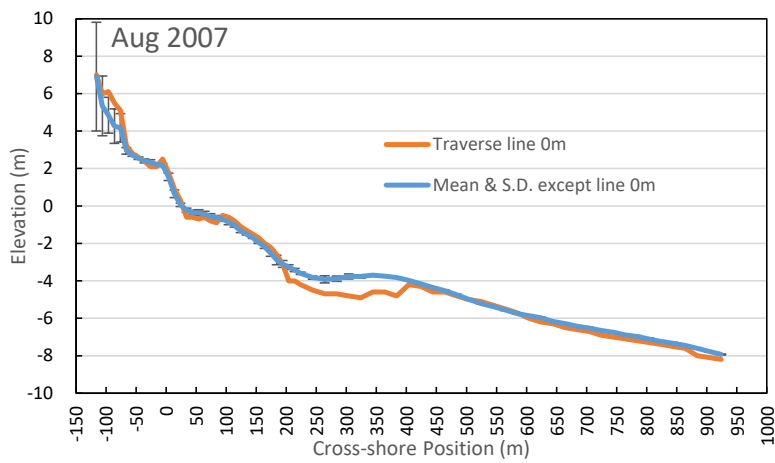
付図-33.3 2007年3月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



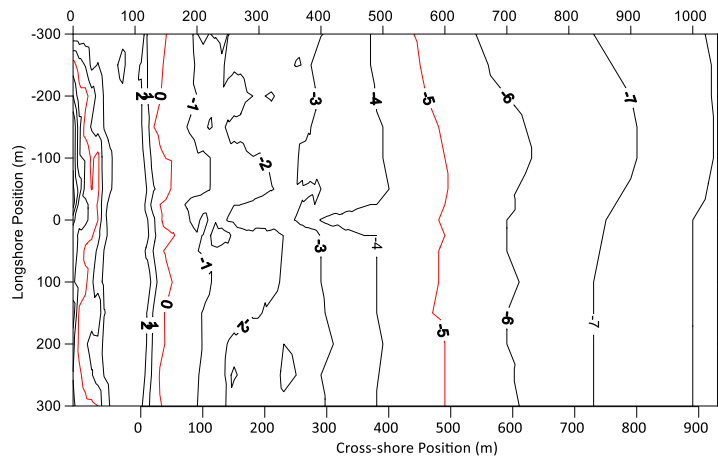
付図-34.1 2007年8月深浅測量 等深线图



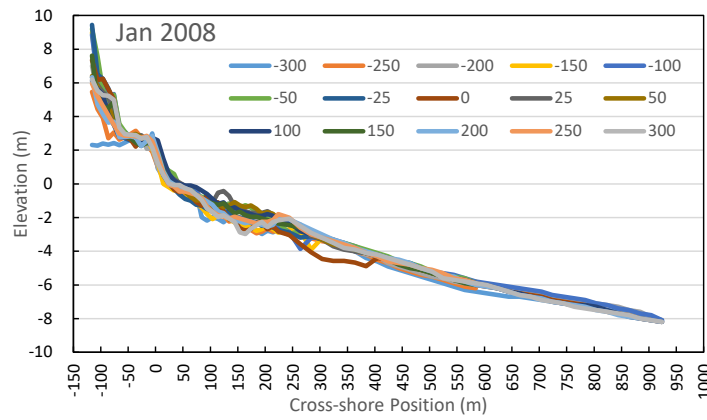
付図-34.2 2007年8月深浅測量 測線重ね合わせ



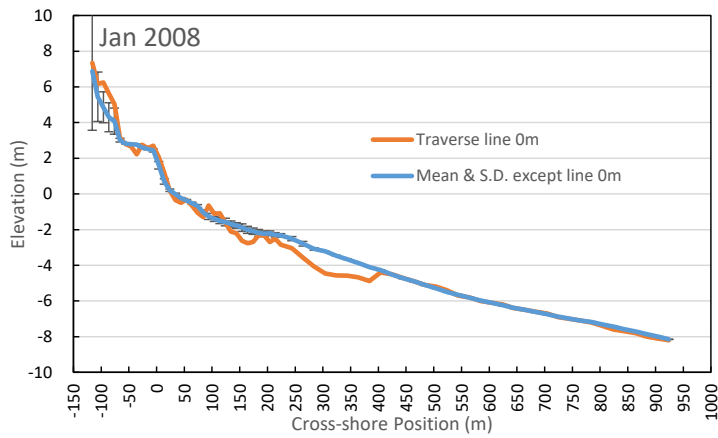
付図-34.3 2007年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



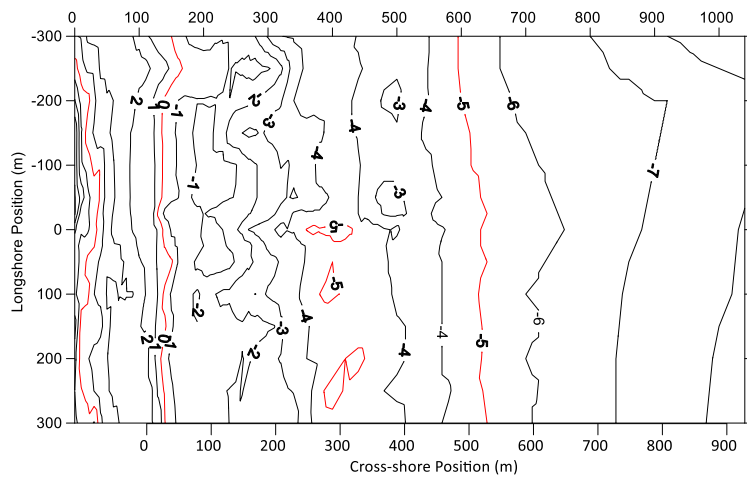
付図-35.1 2008年1月深浅測量 等深线图



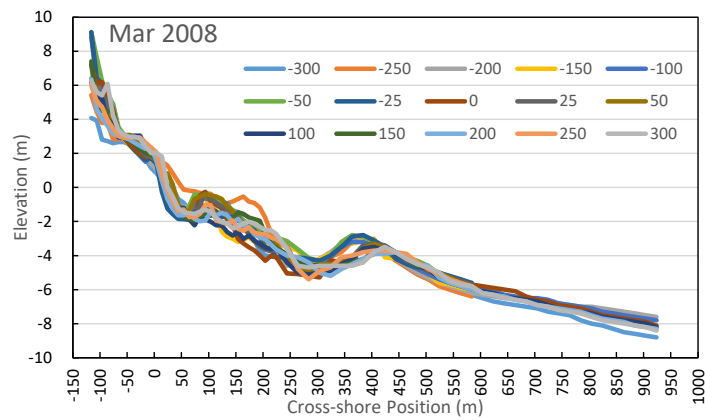
付図-35.2 2008年1月深浅測量 測線重ね合わせ



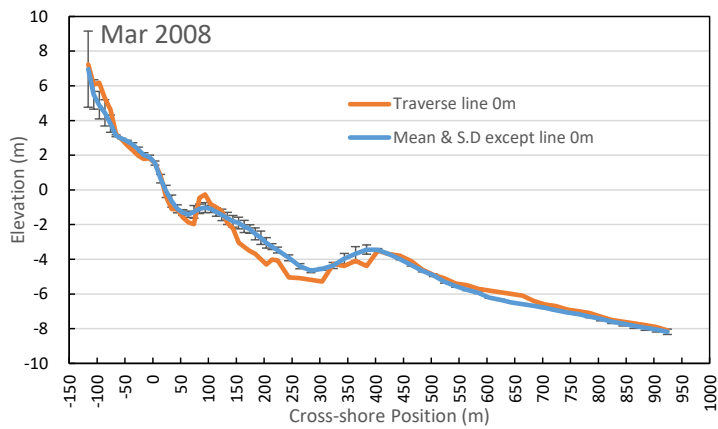
付図-35.3 2008年1月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



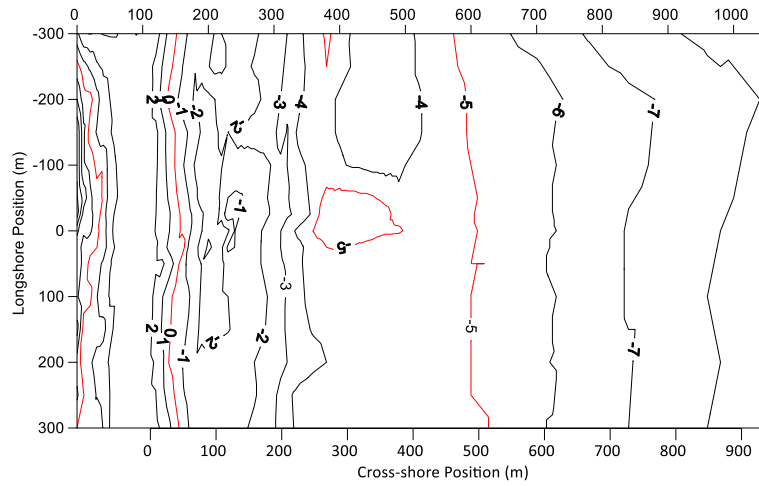
付図-36.1 2008年3月深浅測量 等深线图



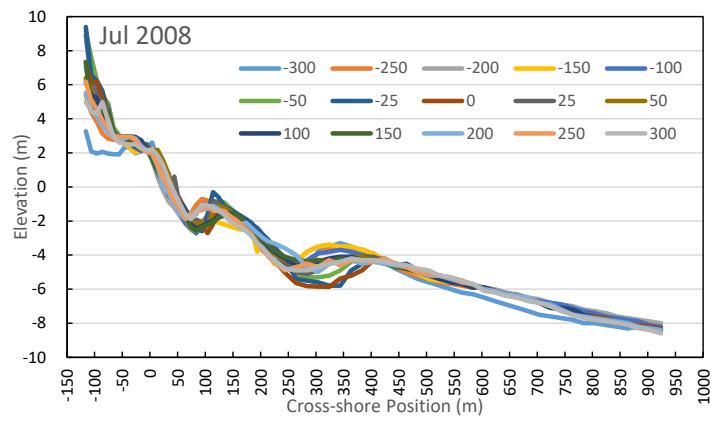
付図-36.2 2008年3月深浅測量 測線重ね合わせ



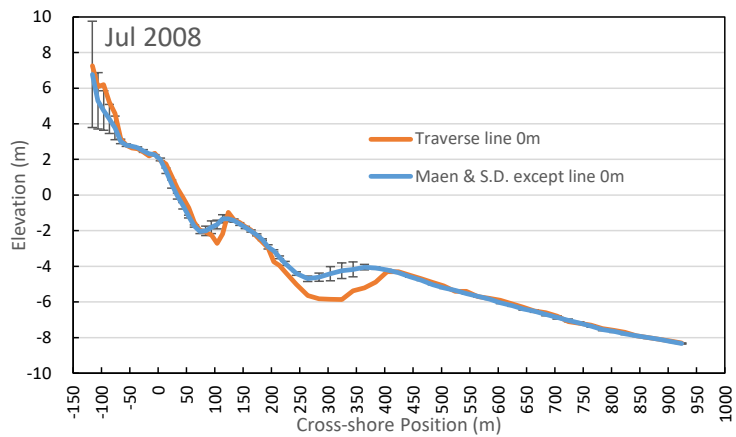
付図-36.3 2008年3月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面と標準偏差値



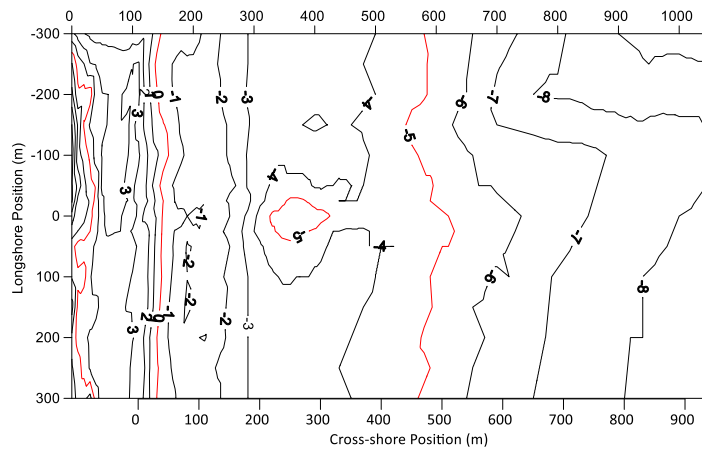
付図-37.1 2008年7月深淺測量 等深淺図



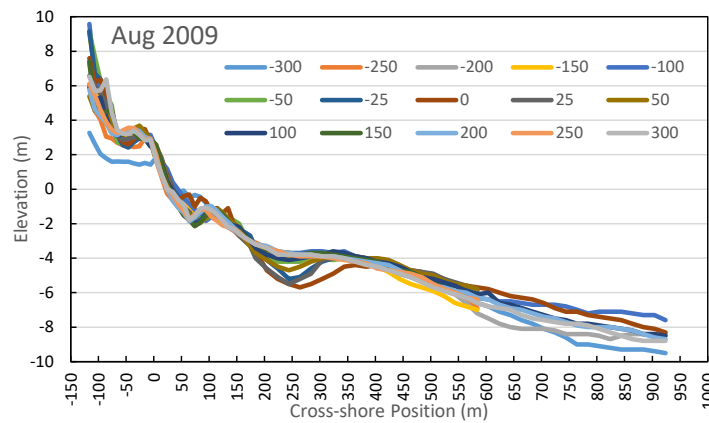
付図-37.2 2008年7月深淺測量 測線重ね合わせ



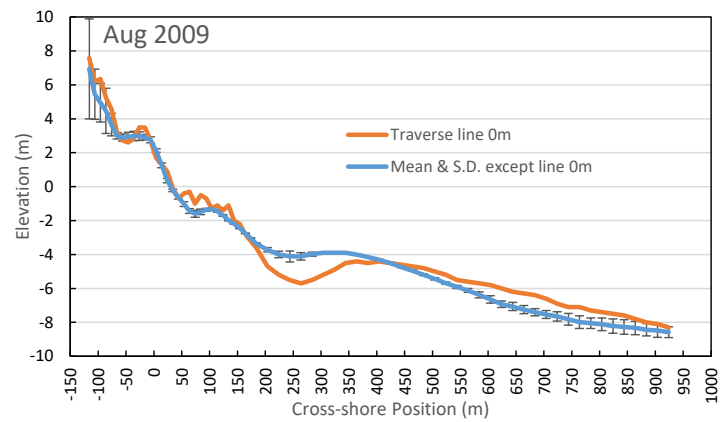
付図-37.3 2008年7月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



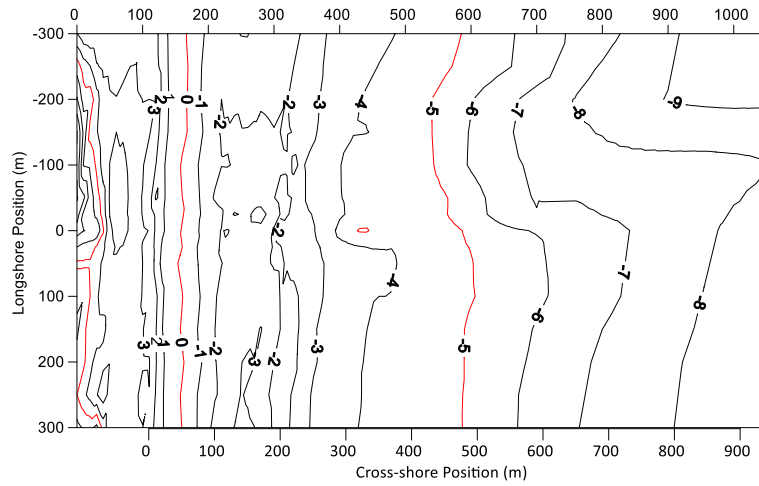
付図-38.1 2009年8月深浅測量 等深线图



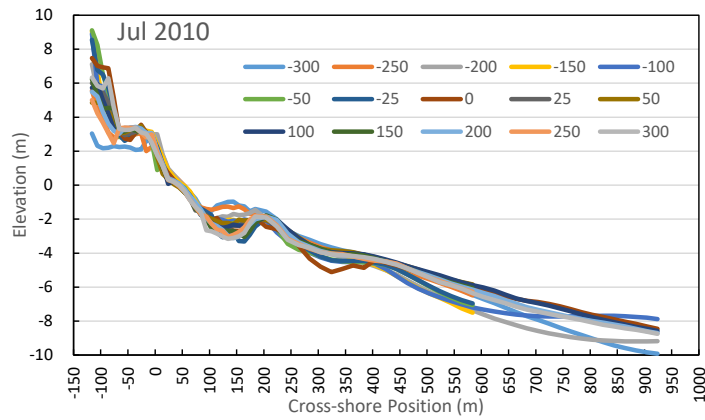
付図-38.2 2009年8月深浅測量 測線重ね合わせ



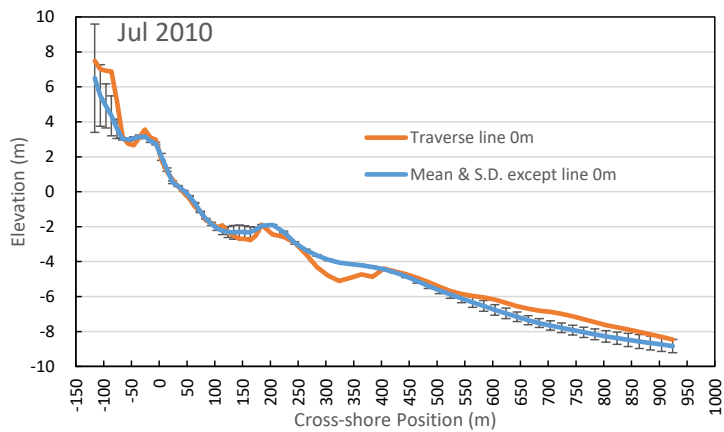
付図-38.3 2009年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



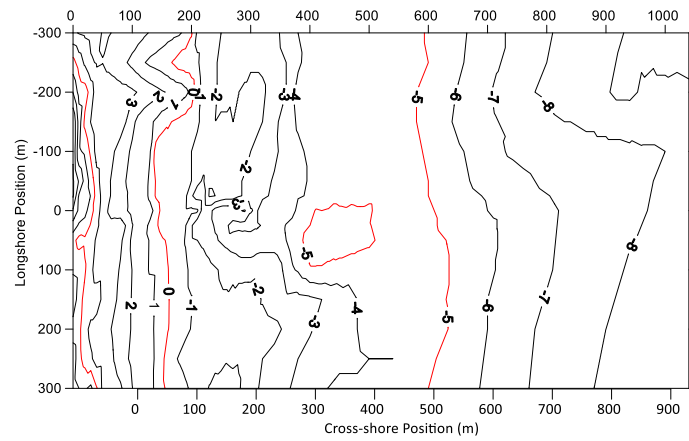
付図-39.1 2010年7月深浅測量 等深线图



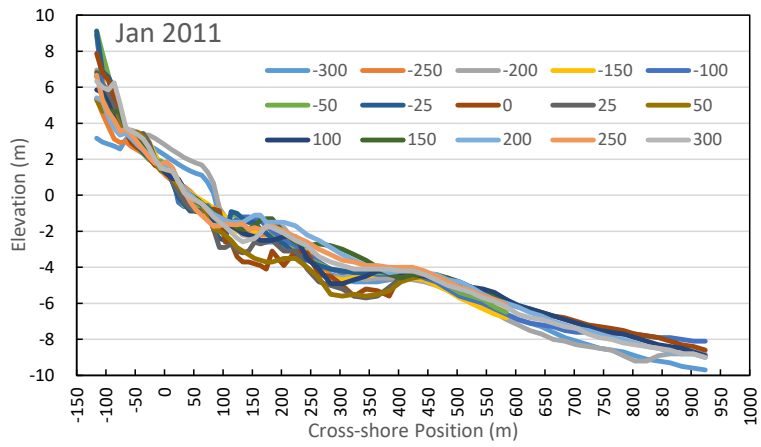
付図-39.2 2010年7月深浅測量 測線重ね合わせ



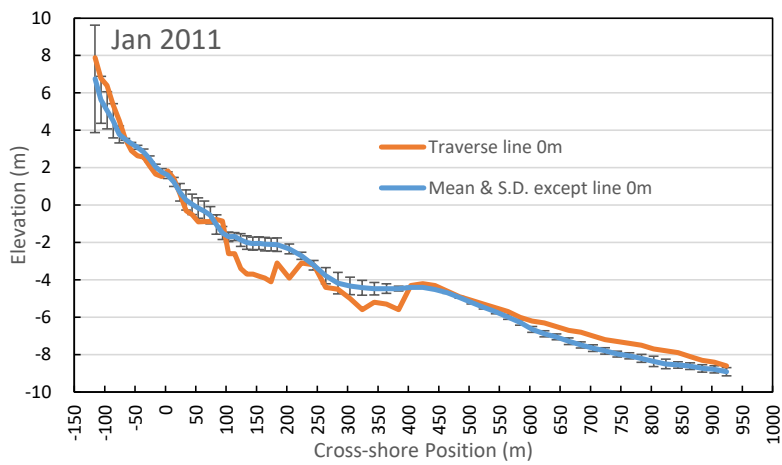
付図-39.3 2010年7月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



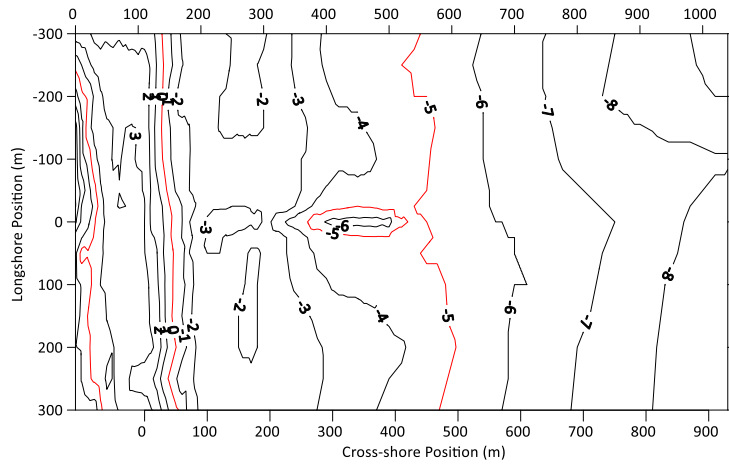
付図-40.1 2011年1月深浅測量 等深浅図



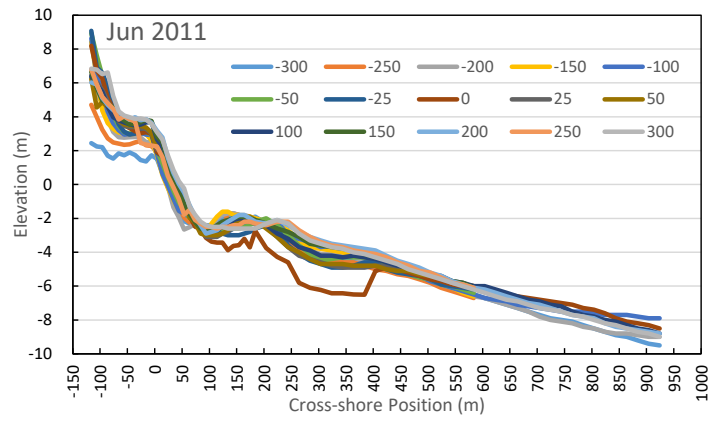
付図-40.2 2011年1月深浅測量 測線重ね合わせ



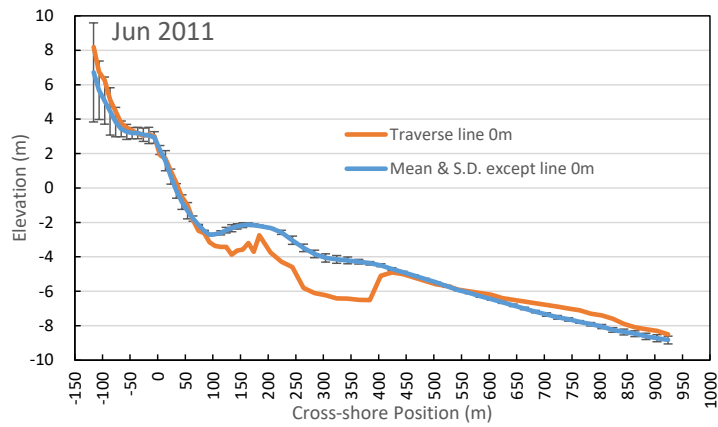
付図-40.3 2011年1月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面



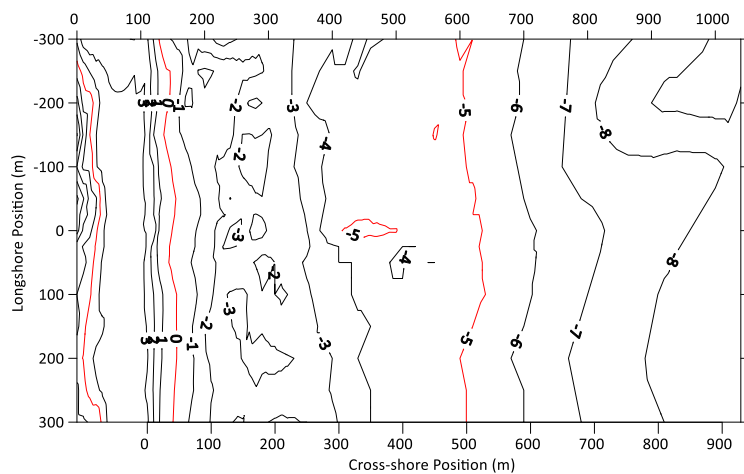
付図-41.1 2011年6月深淺測量 等深淺図



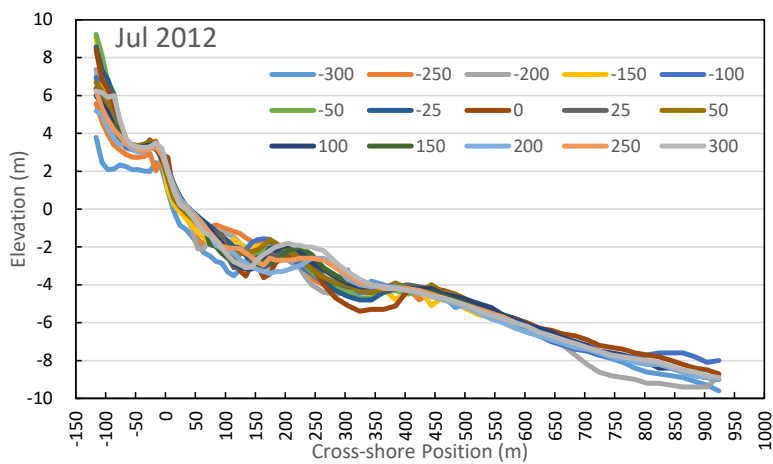
付図-41.2 2011年6月深淺測量 測線重ね合わせ



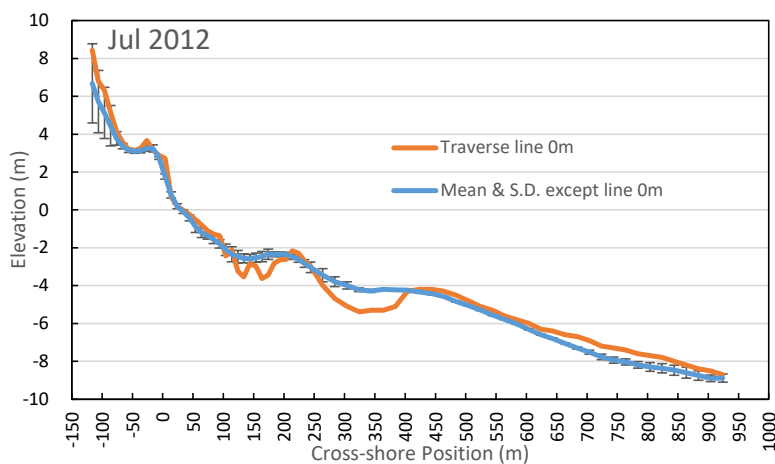
付図-41.3 2011年6月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



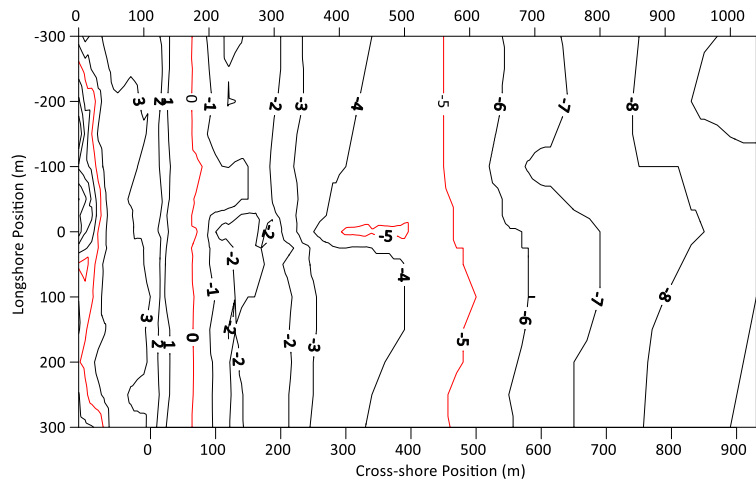
付図-42.1 2012年7月深浅測量 等深线图



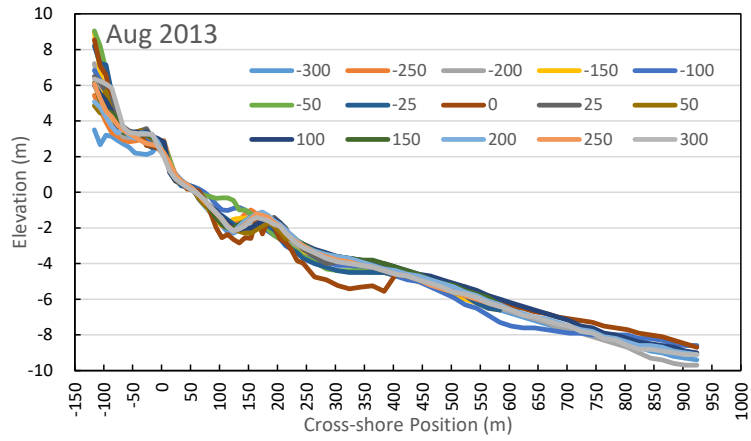
付図-42.2 2012年7月深浅測量 測線重ね合わせ



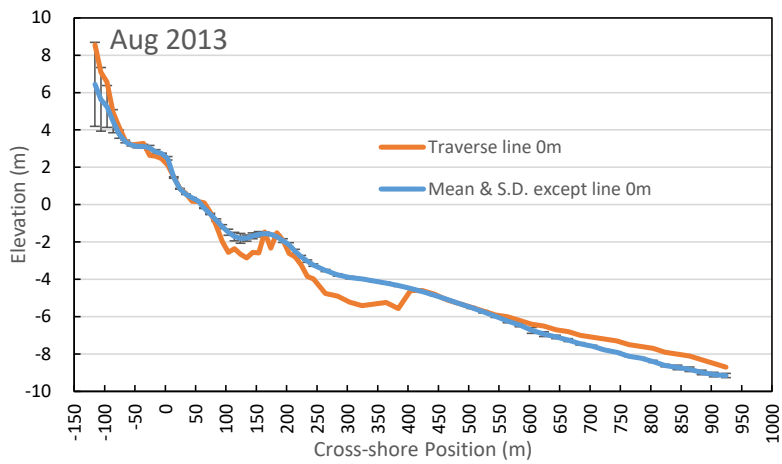
付図-42.3 2012年7月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面



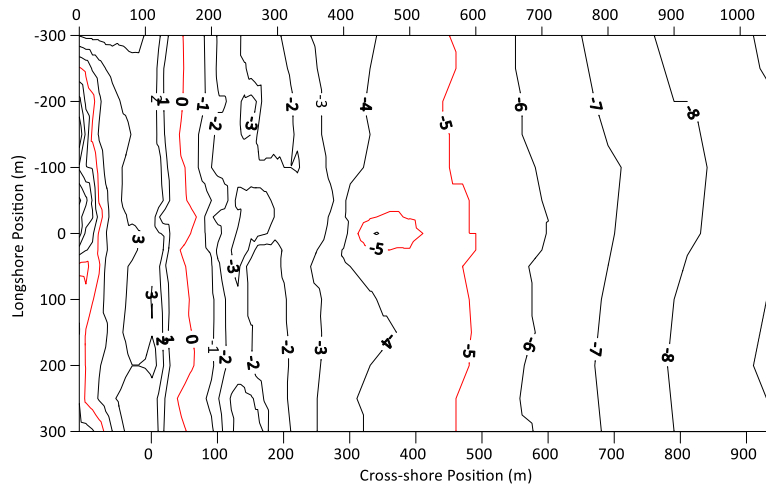
付図-43.1 2013年8月深浅測量 等深线图



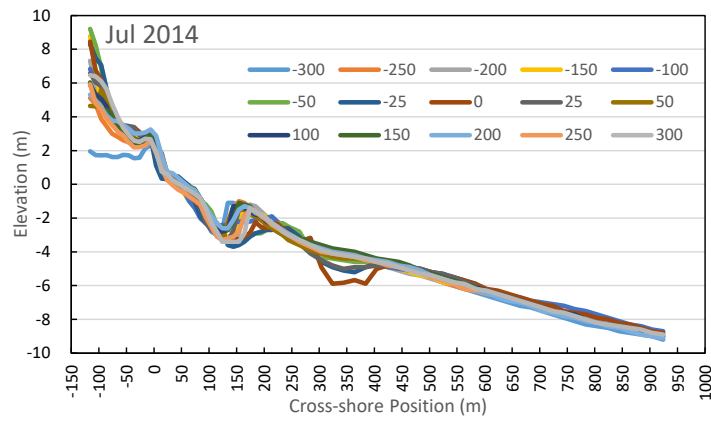
付図-43.2 2013年8月深浅測量 測線重ね合わせ



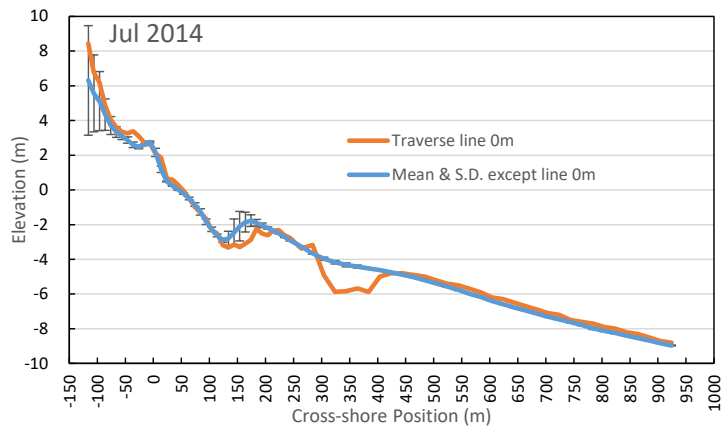
付図-43.3 2013年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



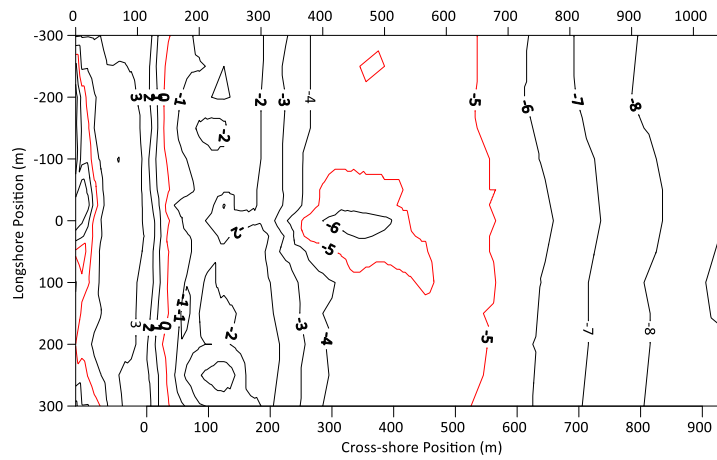
付図-44.1 2014年7月深浅測量 等深线图



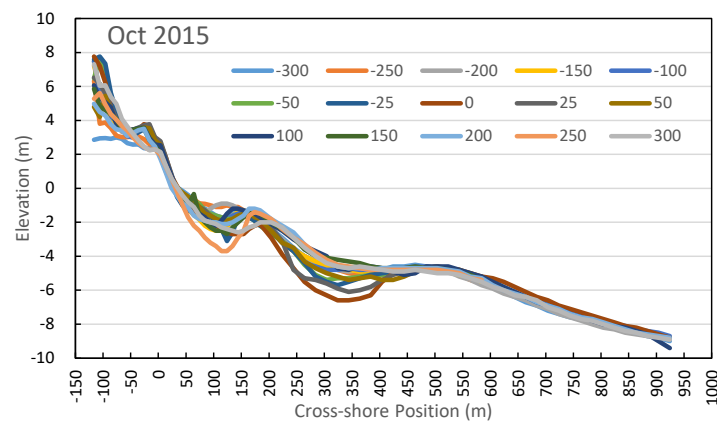
付図-44.2 2014年7月深浅測量 測線重ね合わせ



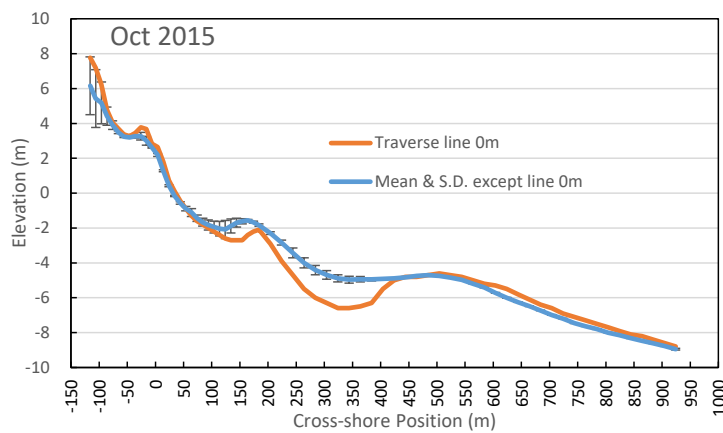
付図-44.3 2014年7月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



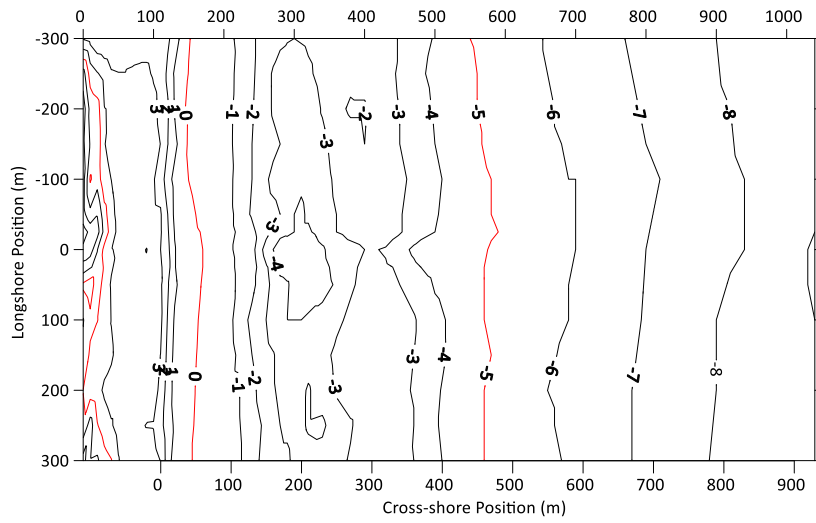
付図-45.1 2015年10月深浅測量 等深浅図



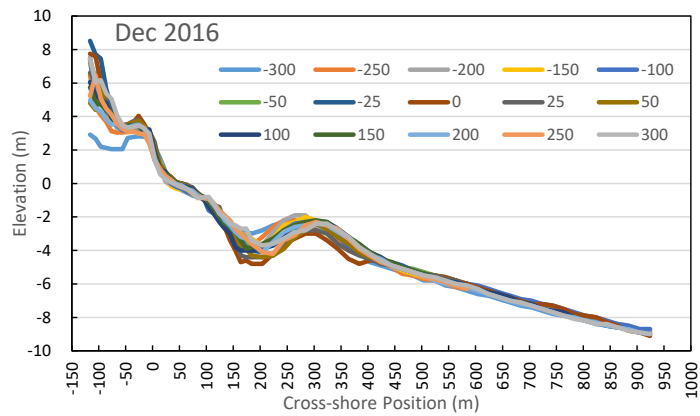
付図-45.2 2015年10月深浅測量 測線重ね合わせ



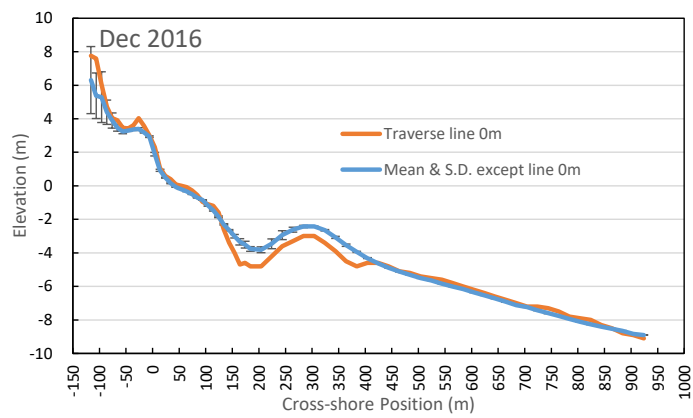
付図-45.3 2015年10月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面



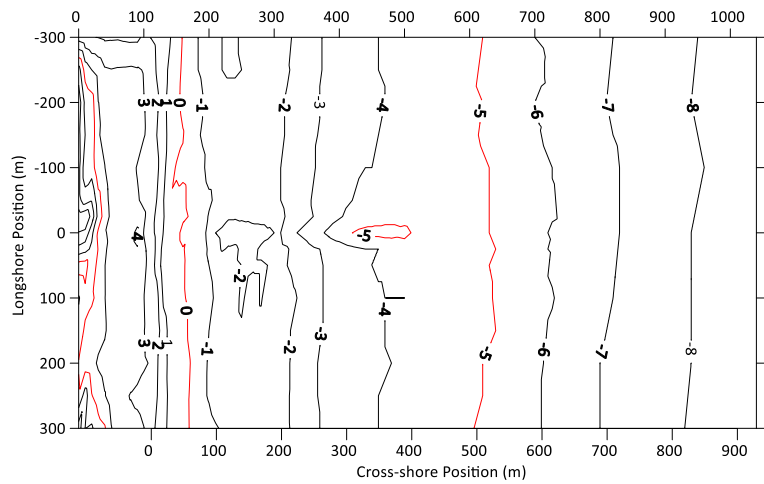
付図-46.1 2016年12月深浅測量 等深浅図



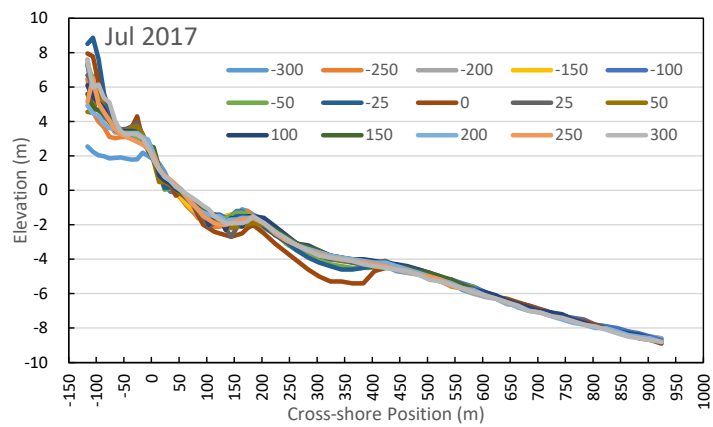
付図-46.2 2016年12月深浅測量 測線重ね合わせ



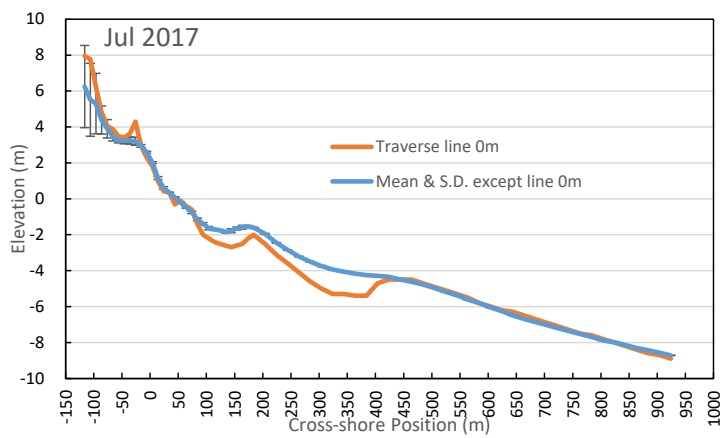
付図-46.3 2016年12月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面



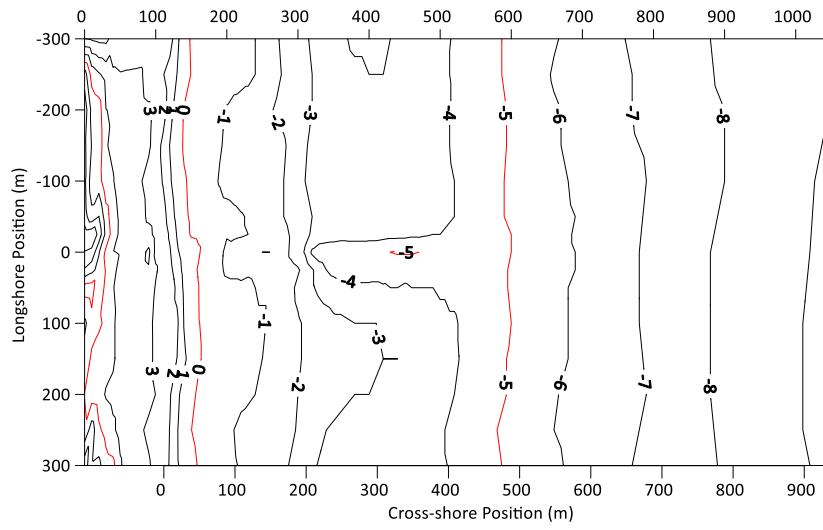
付図-47.1 2017年7月深浅測量 等深线图



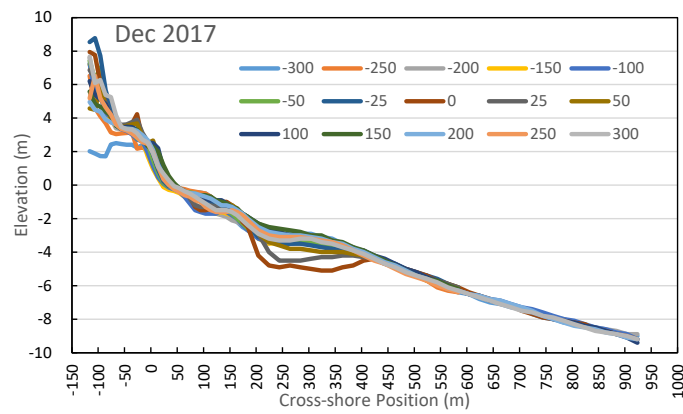
付図-47.2 2017年7月深浅測量 測線重ね合わせ



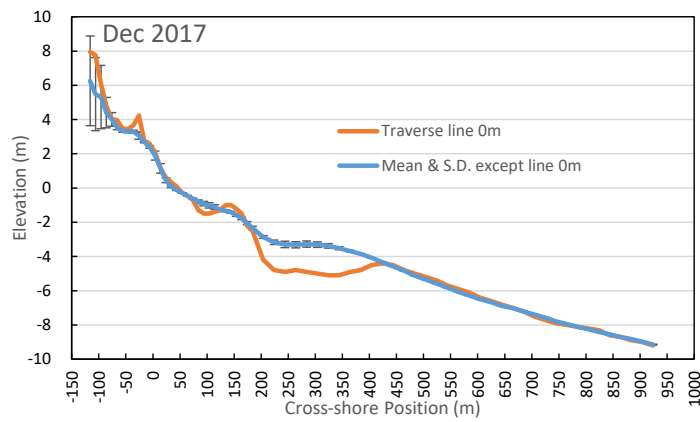
付図-47.3 2017年7月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



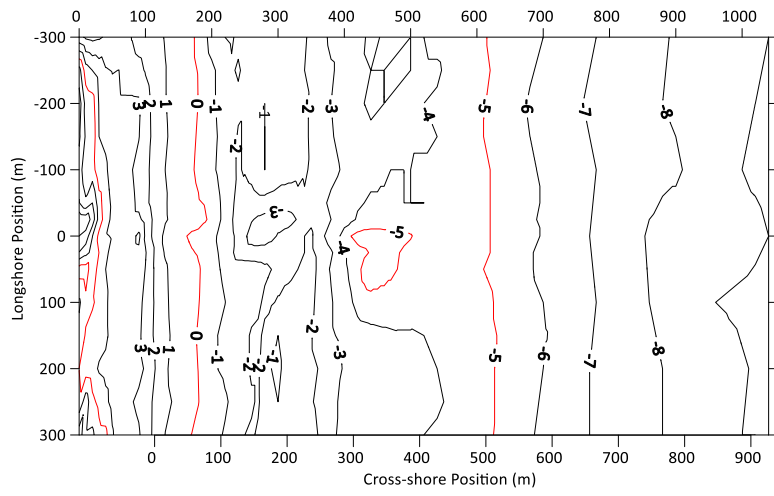
付図-48.1 2017年12月深浅測量 等深线图



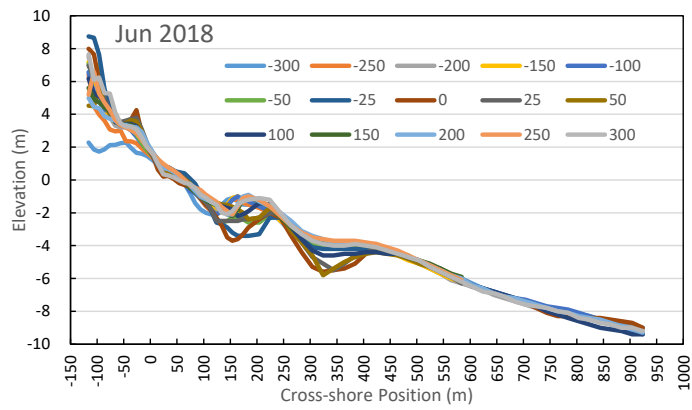
付図-48.2 2017年12月深浅測量 測線重ね合わせ



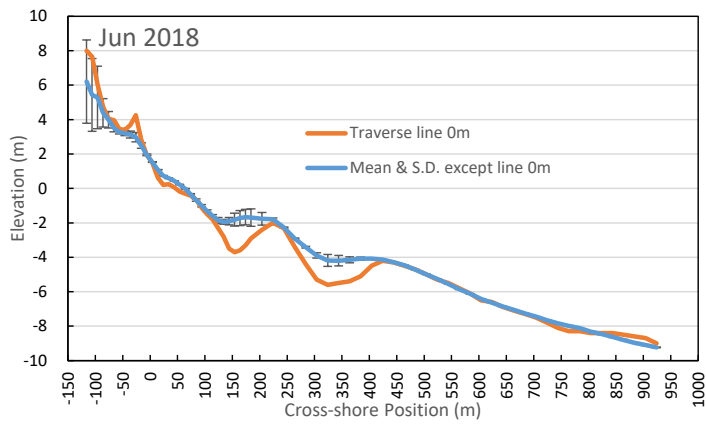
付図-48.3 2017年12月 測線0m断面と測線0m断面以外の平均断面



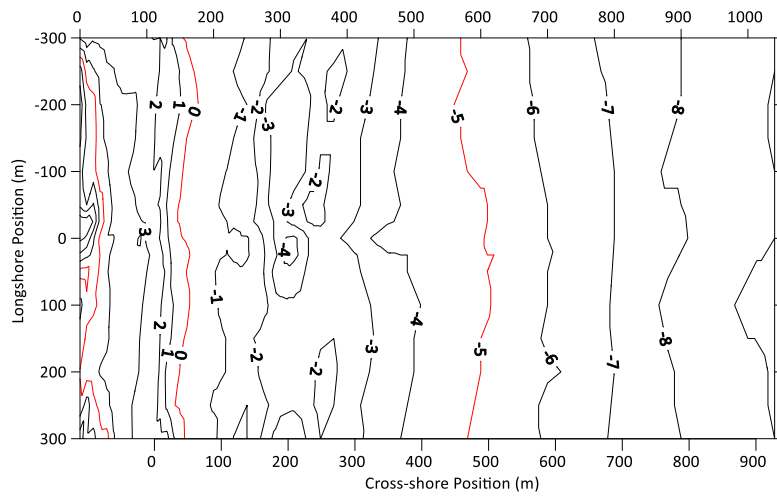
付図-49.1 2018年6月深浅測量 等深浅図



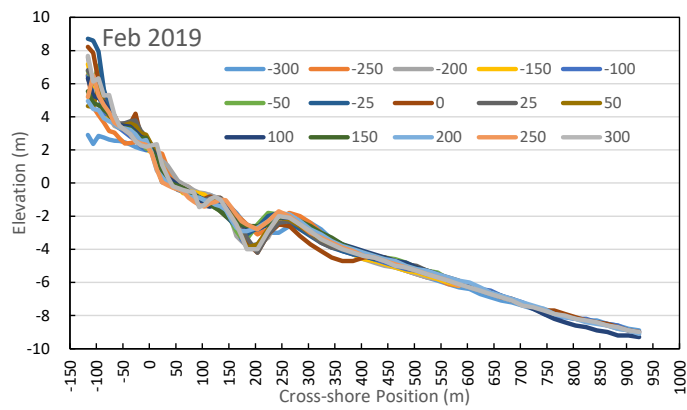
付図-49.2 2018年6月深浅測量 測線重ね合わせ



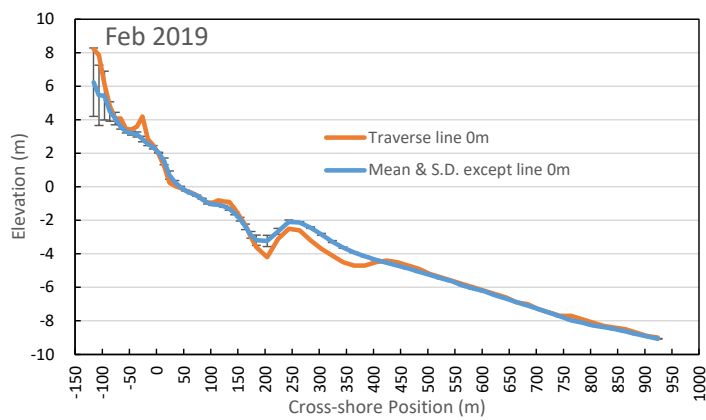
付図-49.3 2018年6月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



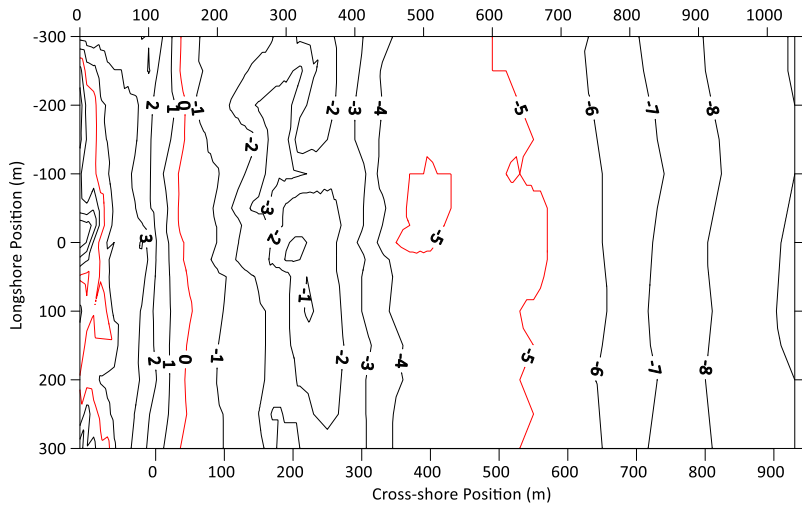
付図-50.1 2019年2月深淺測量 等深淺図



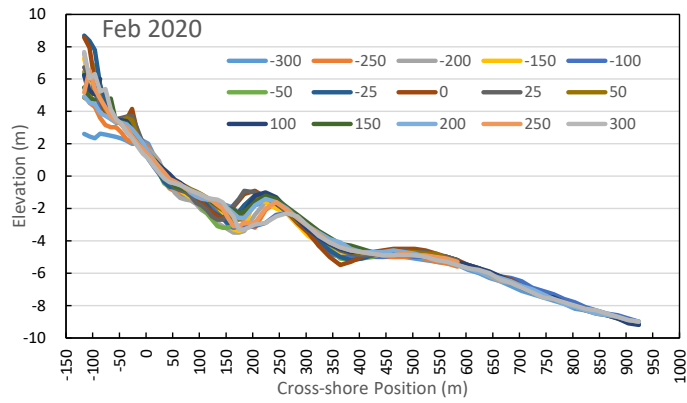
付図-50.2 2019年2月深淺測量 測線重ね合わせ



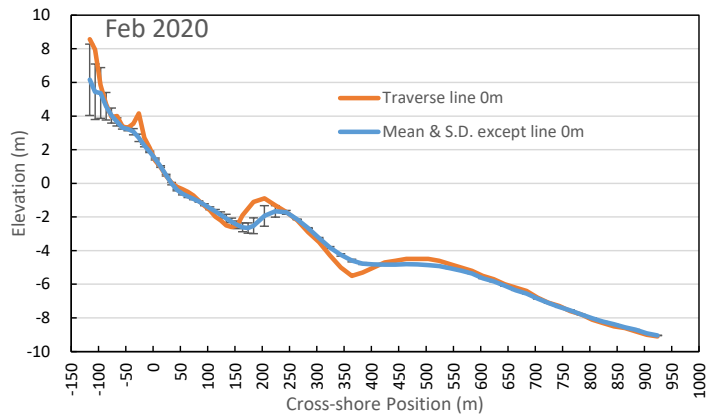
付図-50.3 2019年2月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



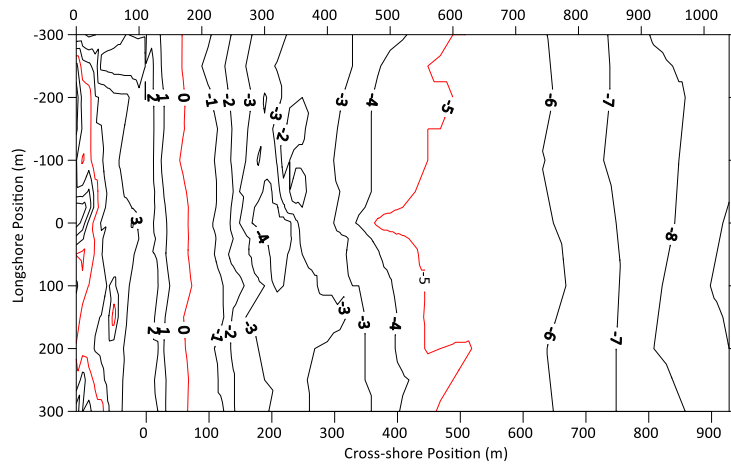
付図-51.1 2020年2月深浅測量 等深浅図



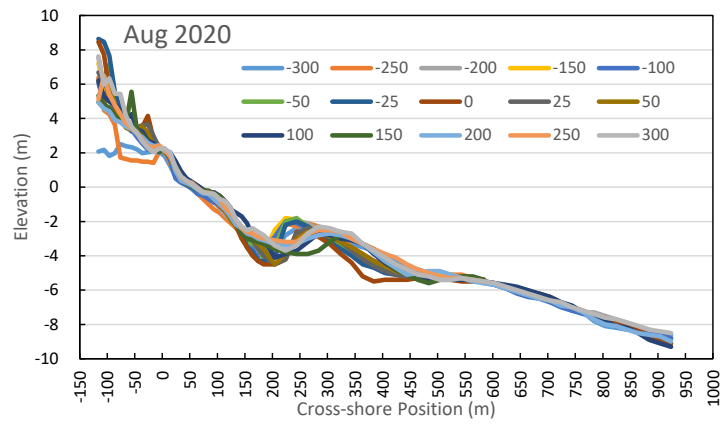
付図-51.2 2020年2月深浅測量 測線重ね合わせ



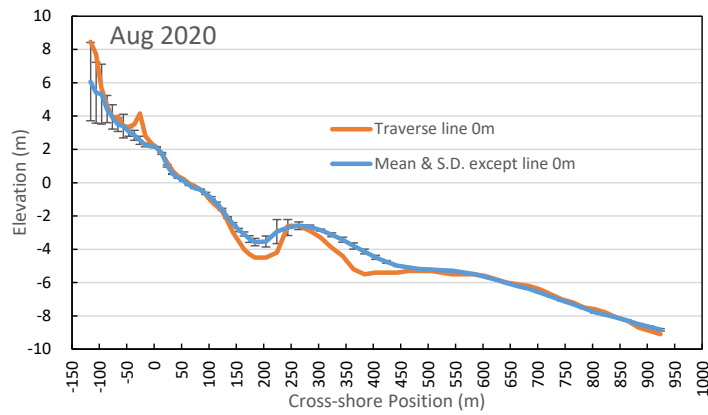
付図-51.3 2020年2月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面



付図-52.1 2020年8月深浅測量 等深线图



付図-52.2 2020年8月深浅測量 測線重ね合わせ



付図-52.3 2020年8月 測線 0m 断面と測線 0m 断面以外の平均断面

付表-2 航空写真一覧表

撮影年	月	日	備考
1947	10	25	国土地理院 (米軍)
1948	3	9	国土地理院 (米軍)
1948	4	12	国土地理院 (米軍)
1961			国土地理院
1965			国土地理院
1974			国土地理院
1979	9	5	国土地理院
1984	8	6	国土地理院
1984	10		撮影
1986	2	21	撮影
1987	11	10	国土地理院
1990	12	17	国土地理院
1993	12	16	国土地理院
1996	12	9	国土地理院
1999	12	22	国土地理院
2000	5	30	撮影
2001	9	24	撮影
2002	10	31	国土地理院
2005	10	23	撮影
2007	4	12	撮影
2008	9	9	撮影
2009	10	28	撮影
2010	11	10	撮影
2011	12	3	撮影
2013	8	29	撮影
2014	12	2	撮影
2015	12	18	撮影
2016	12	10	撮影
2017	11	21	撮影
2018	12	19	撮影
2020	1	20	撮影



1947年10月25日 国土地理院（米軍）に観測棧橋を加筆

付写-1 1947年10月25日 国土地理院（米軍）



1948年3月9日 国土地理院（米軍）に観測棧橋を加筆

付写-2 1948年3月9日 国土地理院（米軍）



1948年4月12日 国土地理院（米軍）に観測棧橋を加筆

付写-3 1948年4月12日 国土地理院（米軍）



1961年 国土地理院に観測棧橋を加筆

付写-4 1961年 国土地理院



1965年 国土地理院に観測棧橋を加筆

付写-5 1965年 国土地理院



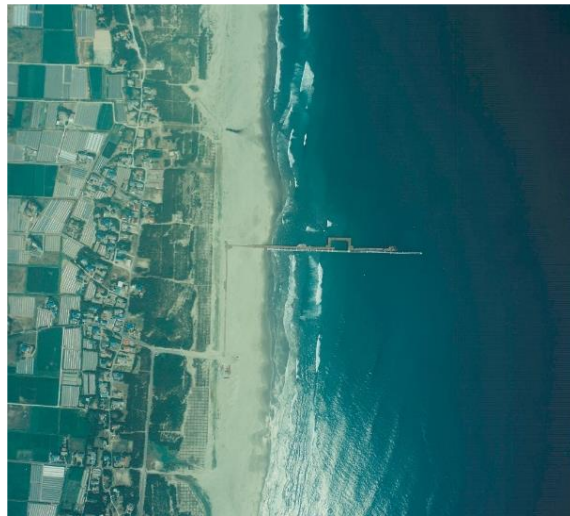
1974年 国土地理院に観測棧橋を加筆

付写-6 1974年 国土地理院



1979年9月5日 国土地理院に観測栈橋を加筆

付写-7 1979年9月5日 国土地理院



1984年8月6日 国土地理院の一部

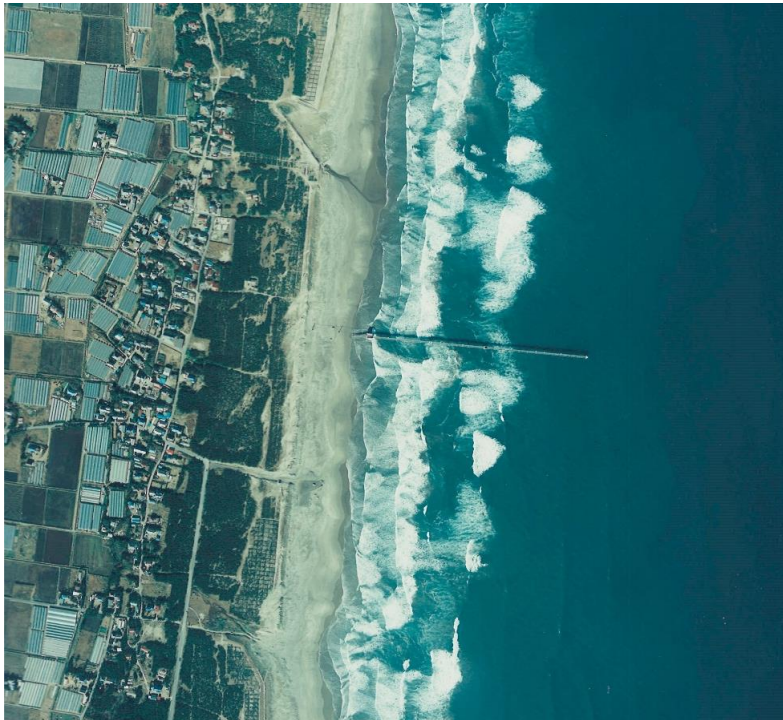
付写-8 1984年8月6日 国土地理院



付写-9 1984年10月 撮影

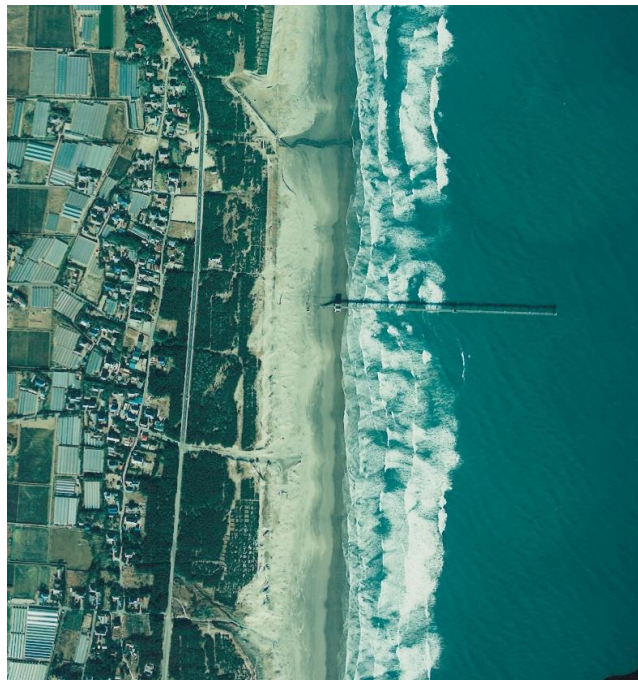


付写-10 1986年2月21日 撮影



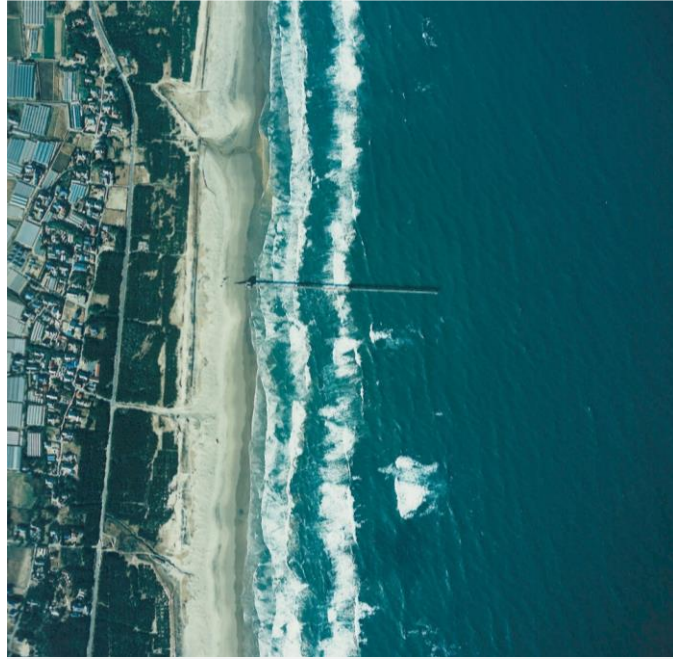
1987年11月10日 国土地理院の一部

付写-11 1987年11月10日 国土地理院



1990年12月17日 国土地理院の一部

付写-12 1990年12月17日 国土地理院



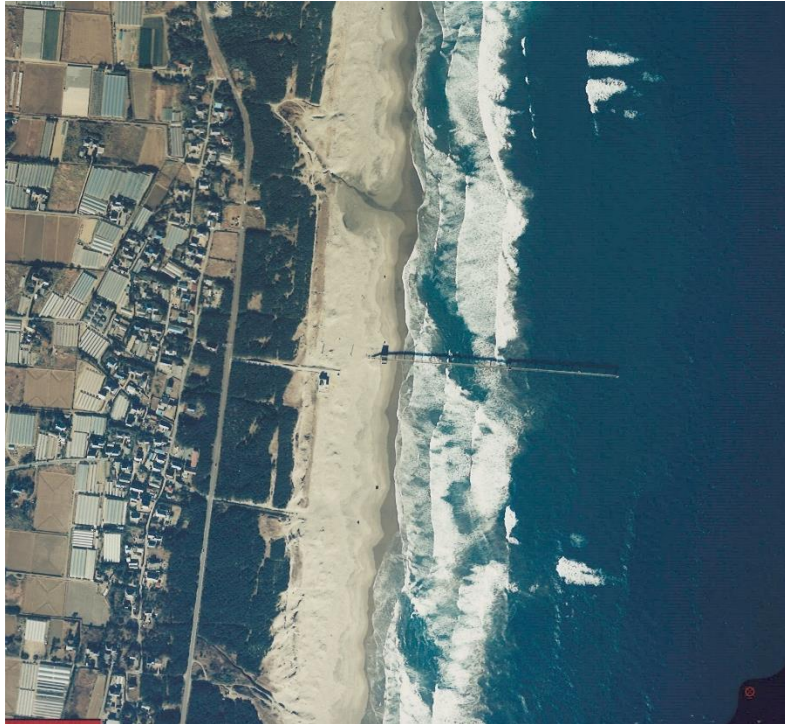
1993年12月16日 国土地理院の一部

付写-13 1993年12月16日 国土地理院



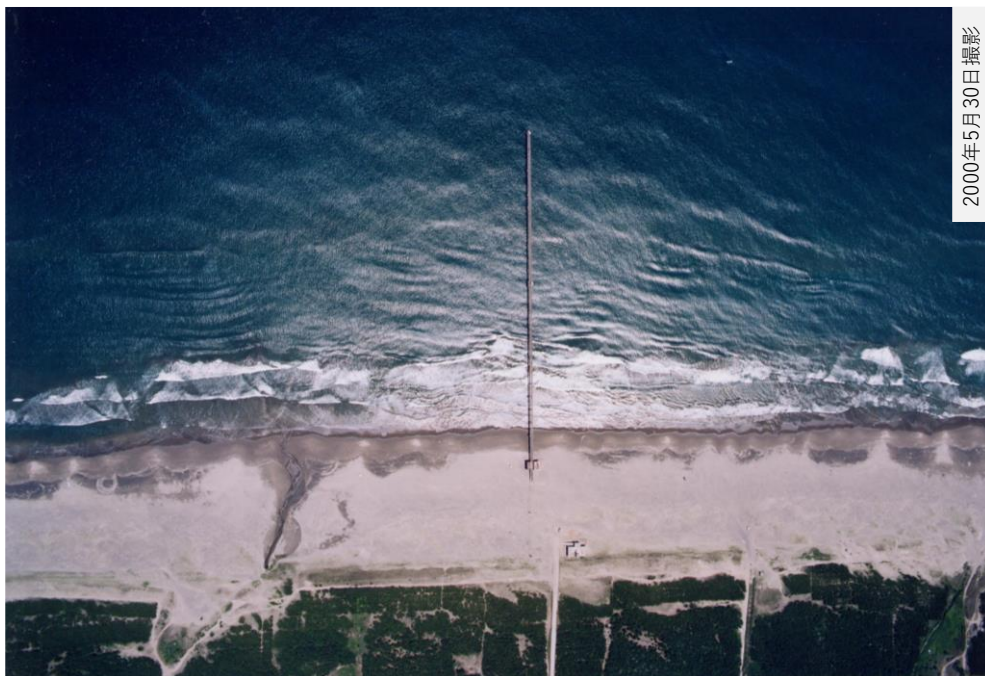
1996年12月9日 国土地理院の一部

付写-14 1996年12月9日 国土地理院



1999年12月22日 国土地理院の一部

付写-15 1999年12月22日 国土地理院



2000年5月30日撮影

付写-16 2000年5月30日 撮影



2001年9月24日撮影

付写-17 2001年9月24日 撮影



2002年10月31日 国土地理院の一部

付写-18 2002年10月31日 国土地理院



付写-19 2005年10月23日 撮影



付写-20 2007年4月12日 撮影



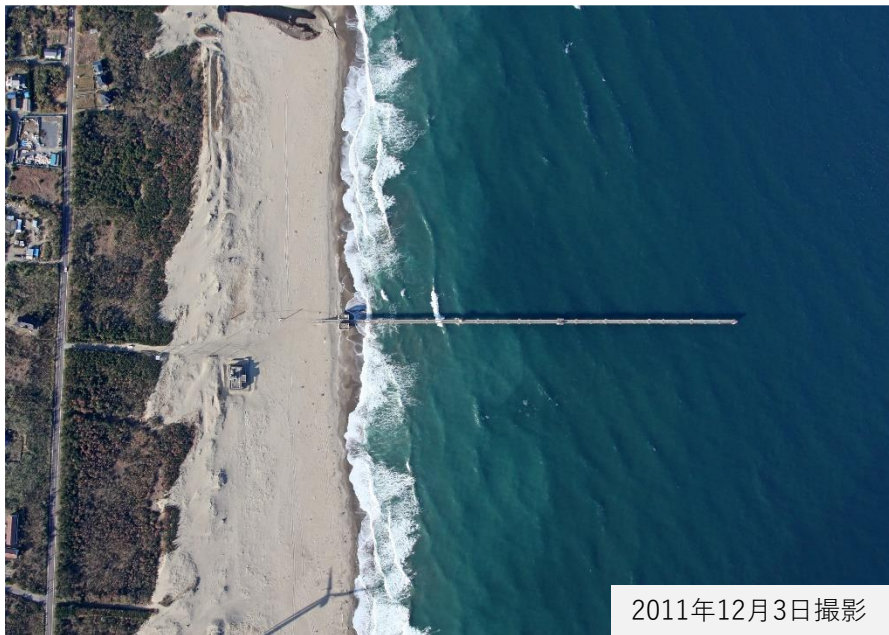
付写-21 2008年9月9日 撮影



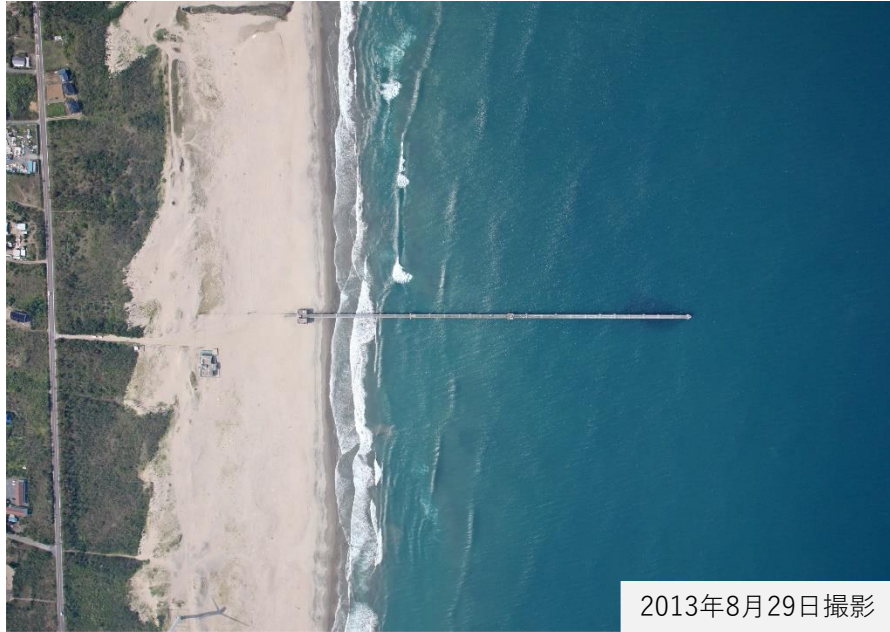
付写-22 2009年10月28日 撮影



付写-23 2010年11月10日 撮影

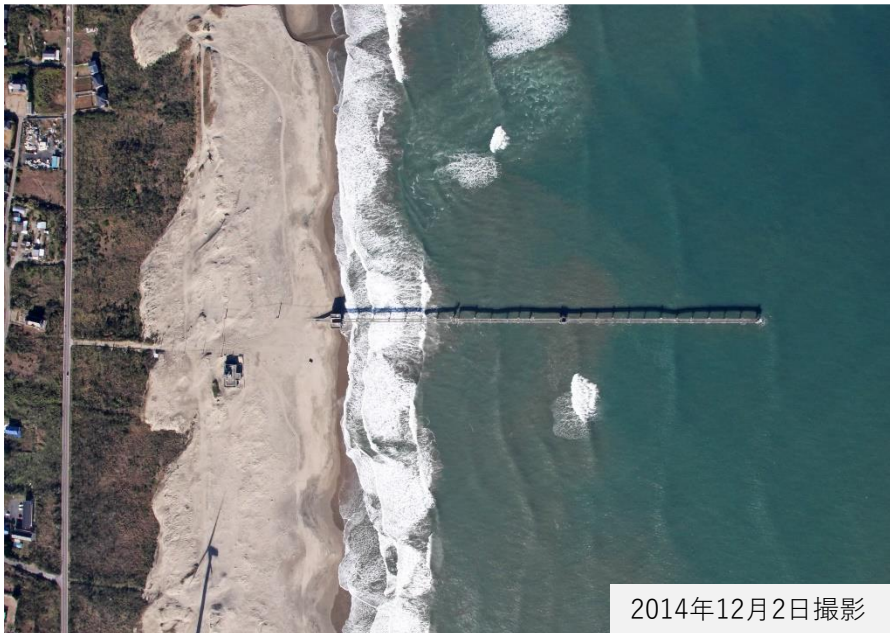


付写-24 2011年12月3日 撮影



2013年8月29日撮影

付写-25 2013年8月29日 撮影



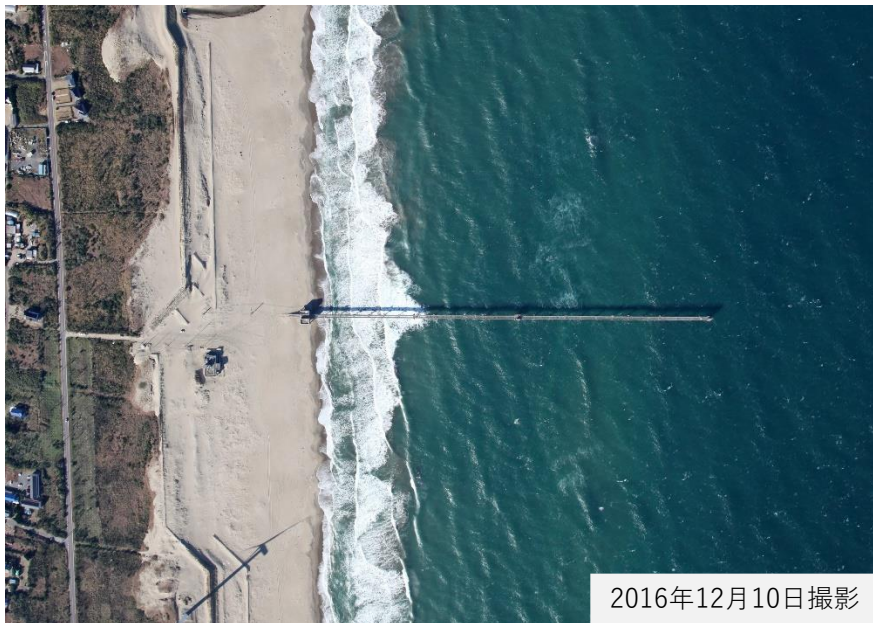
2014年12月2日撮影

付写-26 2014年12月2日 撮影



2015年12月18日撮影

付写-27 2015年12月18日 撮影

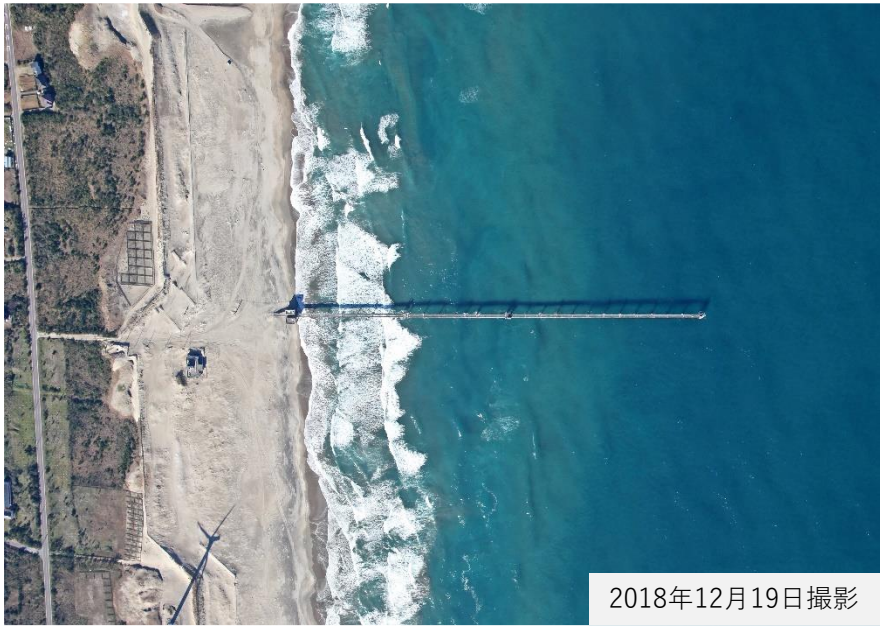


2016年12月10日撮影

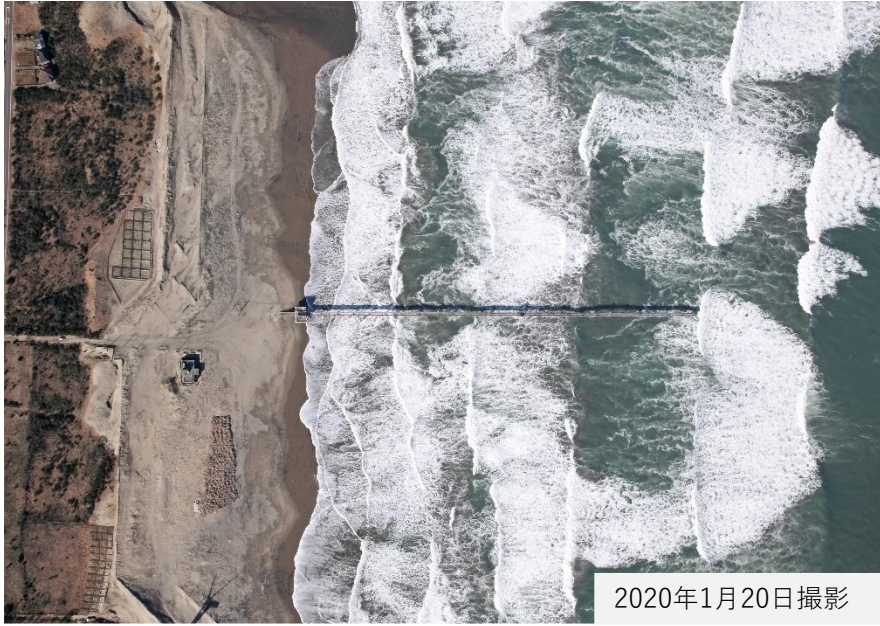
付写-28 2016年12月10日 撮影



付写-29 2017年11月21日 撮影



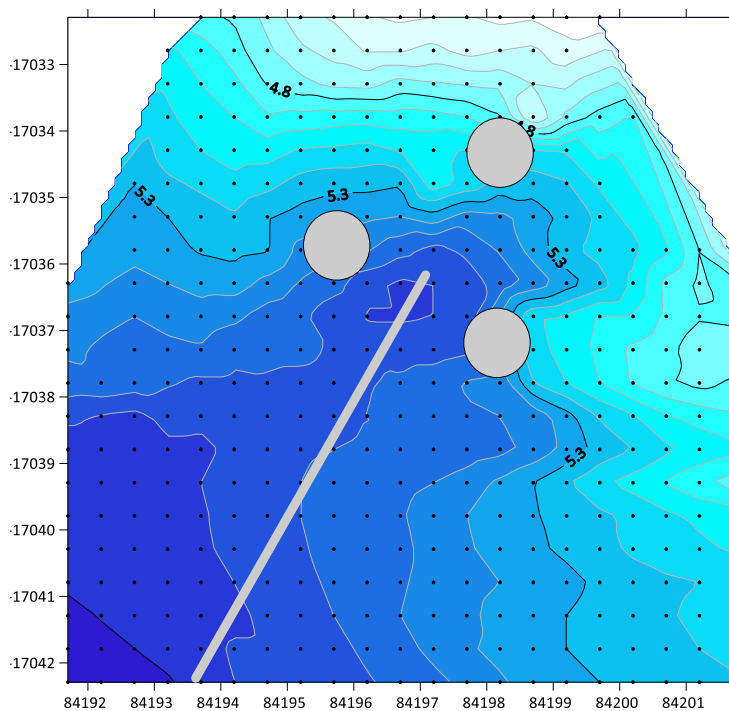
付写-30 2018年12月19日 撮影



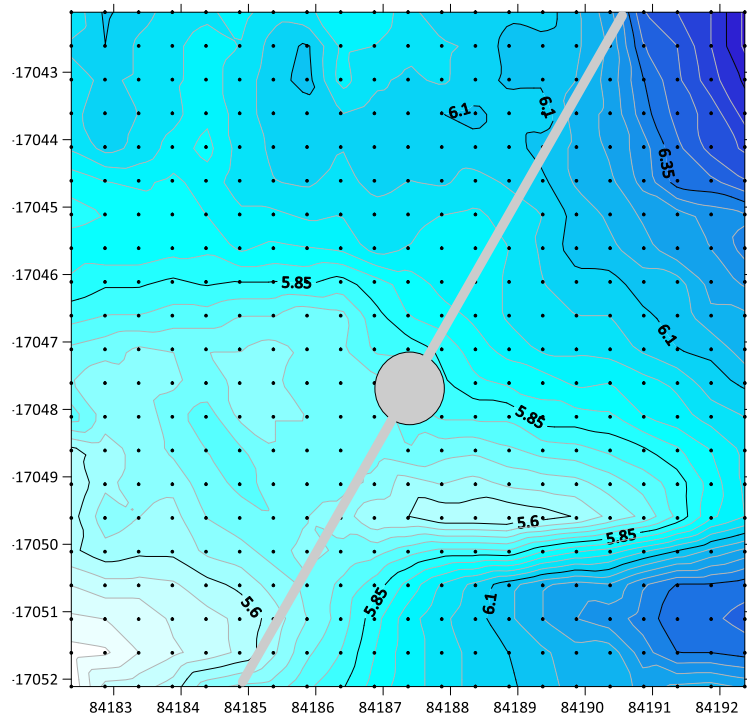
付写-31 2020年1月20日 撮影



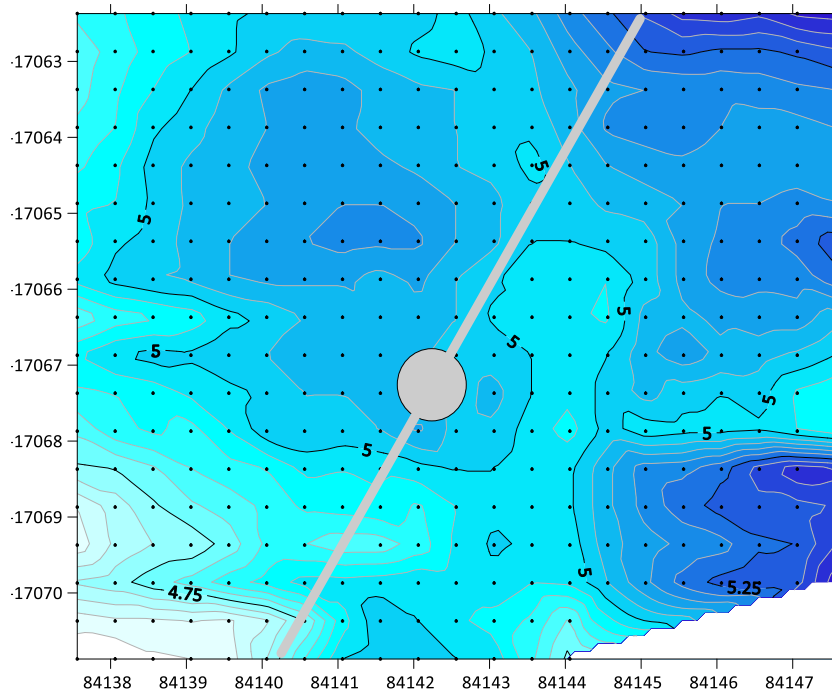
付図-53.1 調査地点



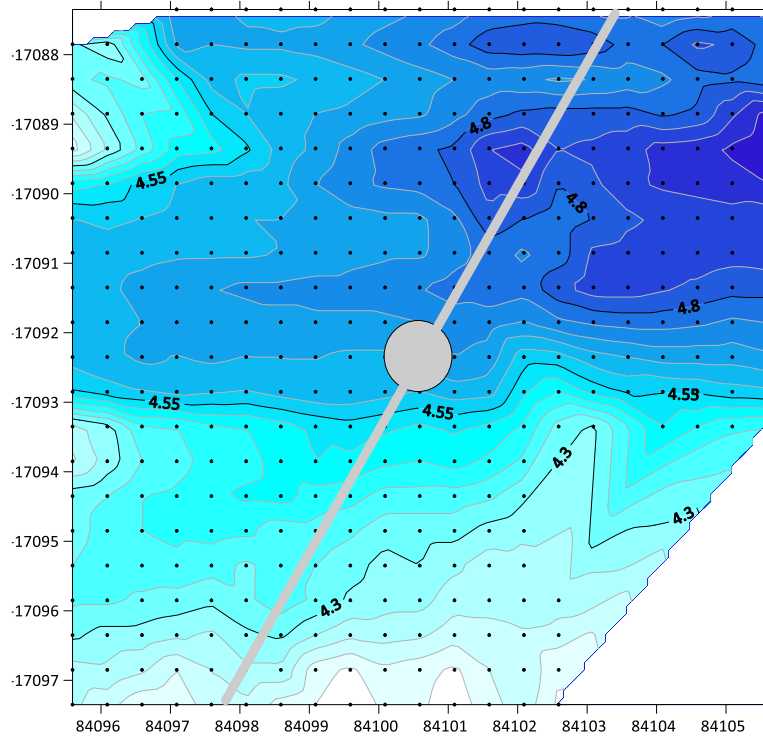
付図-53.2 先端部周りの地形



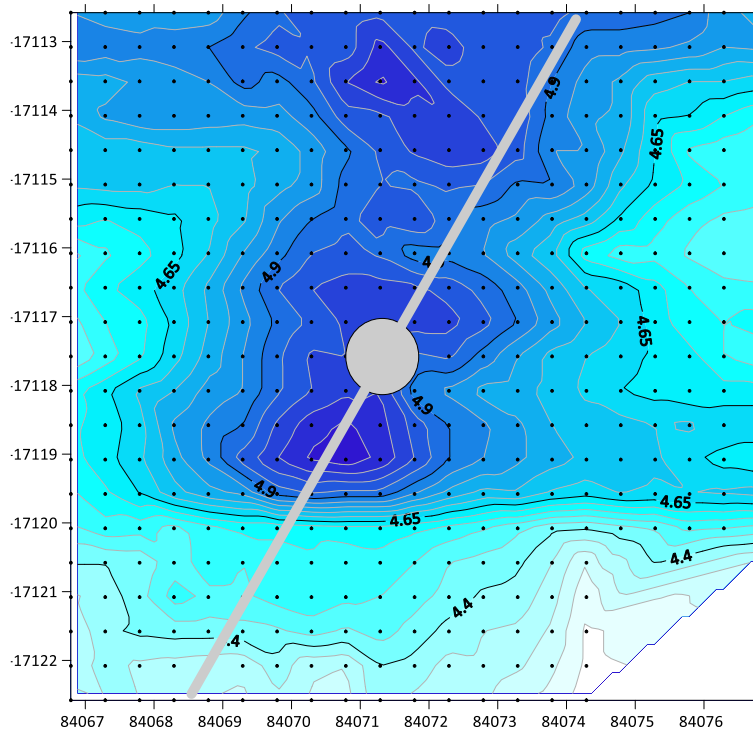
付図-53.3 鋼管杭 No.32 周りの地形



付図-53.4 鋼管杭 No.29 周りの地形



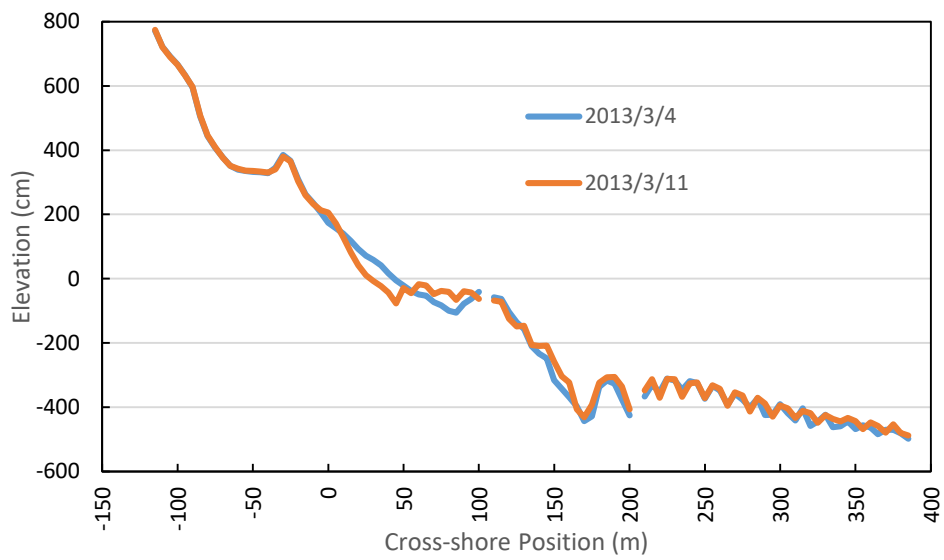
付図-53.5 鋼管杭 No.26 周りの地形



付図-53.6 鋼管杭 No.23 周りの地形



付図-53.7 2013年3月7日と8日に音響測深器でスキャナ計測



付図-53.8 調査期間前後の観測栈橋に沿った断面地形

港湾空港技術研究所資料 No.1383

2021.3

編集兼発行人 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

発行所 港湾空港技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号
TEL. 046(844)5040 URL. <http://www.pari.go.jp/>

Copyright © (2021) by MPAT

All rights reserved. No part of this book must be reproduced by any means without the written permission of the President of MPAT

この資料は、海上・港湾・航空技術研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複写は海上・港湾・航空技術研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。