

## 簡易汀線測量の汀線位置測定精度

八戸工業大学 平川 雅孝、佐々木 幹夫、釧路高専 加藤 雅也

### 1. はじめに

三沢漁港防波堤建設以来、防波堤により北向きの沿岸漂砂が阻止されたため、漁港北側では激しい侵食、南側では著しい堆積が生じた。三沢海岸の侵食を防ぎ砂浜を残すため、ヘッドライン工法が用いられており、ヘッドライン工は三沢漁港北側約 1.5km から 1 km 間隔で合計 14 基設置されている。ヘッドランド工法の効果を明らかにするため、ヘッドランド工周辺の汀線を、GPS を用いて月一回の割合で観測を行っている。深淺測量による汀線位置の測定に時間がかかり、1 日では終わらないのは通常である。このため、本研究室では、GPS を用いた簡易汀線測量を実施している。この簡易汀線測量の精度を明らかにすることを本研究の目的にしている。

### 2. 研究方法

汀線位置は深淺測量により高い精度で求められる。しかし、汀線位置を求める範囲は三沢海岸では B1HL から B14HL までの距離が約 15 km と長い距離となるため、深淺測量により汀線位置を求めたとしても 1 日で終わることはない。青森県も深淺測量を実施しているが、年一回、500m 間隔で 2~3 日の工程で行っている。本研究室では GPS を用いた簡易汀線測量を月に 1 回、1 日で完了している。

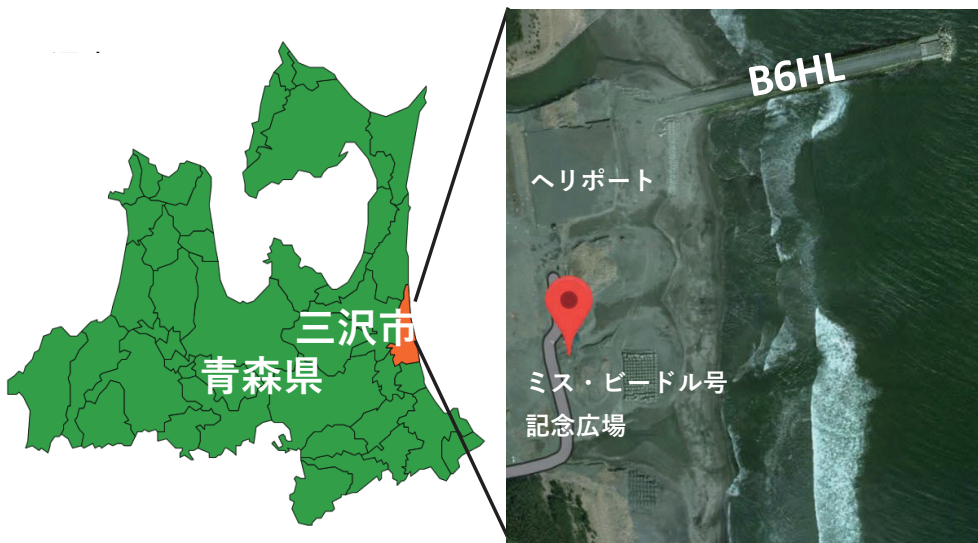


図 1 簡易汀線測量と地形測量の観測対象地

簡易汀線測量は、GPS、小型パソコンを一枚の板に固定し、B1HL～B14HL 区間(15km)を汀線に沿って歩き汀線位置を測定する方法である。波が高い時の汀線位置の測定は、陸側に一定距離後退したところに仮の汀線を設けこの仮汀線に沿って測定している。測定精度を確認するためこの簡易汀線測量を図1に示した海岸において実施し、同時に水準測量を用いて地形測量を行い正確な汀線位置測定を行った。図1に示したように現地は青森県三沢市ミスビートル号記念広場近くの B6HL 南側海岸となっている。

表1 観測日の天候及び潮位

観測月日	2019年12月7日(土)	
観測時刻	10:00~16:00	
天候	曇り時々晴れ	
気温	15℃	
気圧	1011.0hPa	
風向	南西	
風速	3.7m/s	
波高	0.5m	
波向き	E	
潮位	満潮	40.8cm(11.50*注)
	干潮	-9.2cm(5.02*注)
		-20.2cm(18.44)*注)

\*注) 気象庁の観測データをT.P.換算した値である。



図2 測定を行った B6HL 南側海岸における基点の配置と地形測量ライン

汀線位置の測定は以下のように2つの方法で行っている。GPSを用いた簡易汀線測量で汀線位置を求め、その精度を調べるためレベルとスタッフを用いて水準測量による地形測量を実施し、正確な汀線位置を測った。後述のように地形測量は2つの測線上で行っている。これら2つの測量(地形測量および簡易汀線測量)は2019年12月7日(土)に実施し汀線(T.P. ±0)を求めている。この時の天候、潮位を表1に示す。

図2は、観測を実施した B6HL 南海岸を示しており、ヘリポート東側の基準点(○印)から水準測量を行い、海岸に配置した基点 N1、N2、M1、S2、S1 の標高を求め、これら基点付近でお

およそ 200m 以内の範囲で GPS を用いて簡易汀線測量を行い、N2、S2 地点から 2 つの測線に沿って(図 2)地形測量を行い汀線位置を求めた。この日の潮位は満潮 11:50 (40.8cm)、干潮 5:02 (-9.2 cm)、18:44 (-20.2cm) となり、波高は 0.5m であった。

図 3 に気象庁の八戸港における潮位観測値を TP 換算して正時の値で示した。地形測量は 1 回目が 12:45~13:05, 2 回目が 14:20~14:40 に実施し、簡易汀線測量 1 回目が 12:09~12:12, 2 回目の行きが 13:48~13:51, 2 回目の帰りが 13:51~13:53 に実施しており、潮位が 10cm 下がっている。

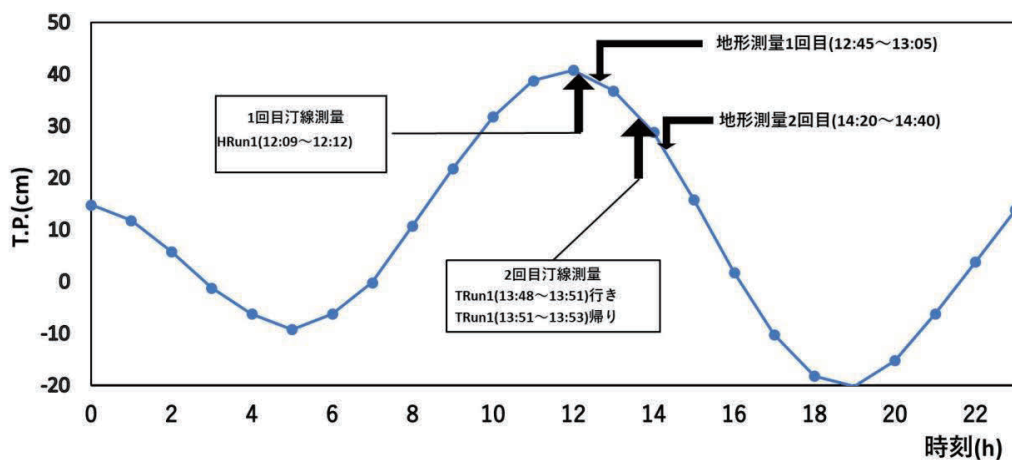


図 3 簡易汀線測量および地形測量時の潮位 2019 年 12 月 7 日

### 3. 簡易汀線測量における汀線位置測定方法

図 4 に示すように破砕点直下に汀線が位置しているのでこの破砕点位置を汀線として測定する方法が簡易汀線測定法である。汀線位置はサージングブレイカー(砕け寄せ波砕波)の砕波点を基準にしている。これは汀線付近の地形は汀線を境にそれより陸側は緩く、海側は急な勾配となっており、波が穏やかな時は汀線上で砕波することから導いている方法である。満潮や干潮により波の打ち上げは大幅に変化するが砕波点は大きくは変化しない。汀線上では、波が高い時もあり、危険な測定作業となる場合もあり、また、波を破り計測機器が破損したときもあったため実際の測定は一定距離陸側に仮想汀線を設けて汀線位置を測定している。真の汀線から一定距離置くときとこれを歩いて測定するときに誤差が生じる。

### 4. GPS の測定誤差

図 5 は 5 つの基点 N1~S1 上で測定した各 10 回計 50 回の位置測定値から 2 つの値を除いた計 48 個の値を示している。ここに、図に示した値は平均値を基準にした座標値を示している。図 5 に示すように、測定値の多くは -0.1~0.1 の範囲にある。図 6 に GPS 測定値の全てを示した。図に示すように 2 つの値が 0.3~0.5m 離れたところにある。これは、GPS による測定時、

捉えている人工衛星の切り替わりにより発生する誤差と考えられる。したがって、通常は 10 cm 以内の GPS 測定誤差となっているが、人工衛星が変わったときは 50 cm 以内誤差といえる。GPS を 2 つ使い、1 つは定点で測定していればこの誤差を消去できる。しかし、本研究では 50cm 以内の GPS 誤差を許容し、1 つの GPS で測定を行っている。

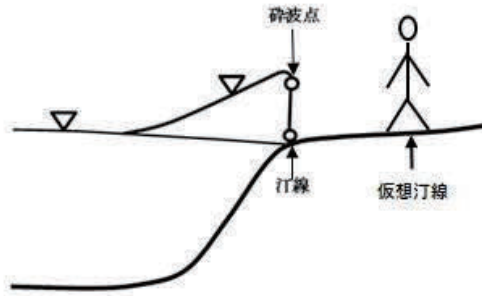


図 4 砕波点と汀線位置

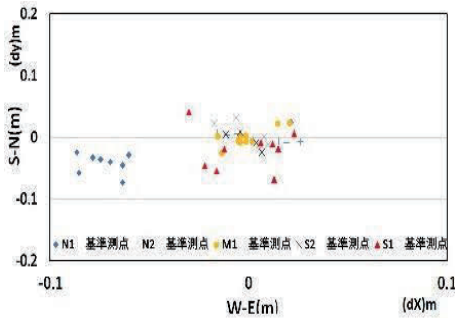


図 5 GPS 測量誤差(平常時)

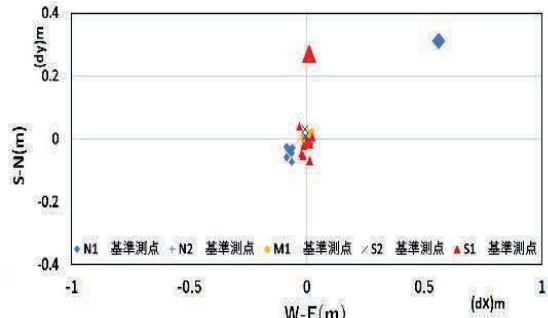


図 6 人工衛星が変わるときの GPS 測定誤差

### 5.地形測量

写真 1 および 2 に、地形測量の様子を示した。地形測量は N2、S2 地点からの測線に沿って、海に向かって巻き尺を用い 5m 間隔でスタッフを立てその地点の地盤高を求めるように行った。汀線の少し沖まで海に入水して測定を行っている(写真 2)。入水中スタッフを立てている間は、スタッフ設置周辺が波により洗掘され高さが変わるため、スタッフの高さを維持するよう心掛けた。今回は 12:45~13:05 と 14:20~14:40 に地形測量を行っており、その間に潮位が 15cm 下がっている。

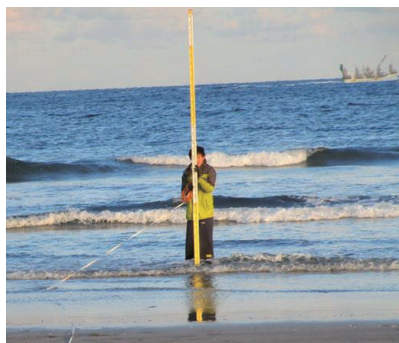
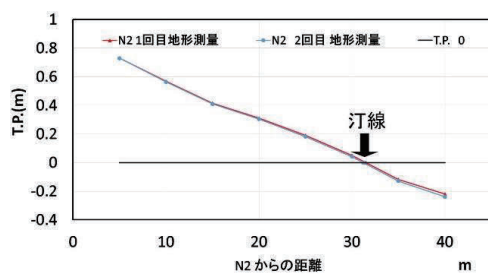


写真1 汀線付近の地形測量

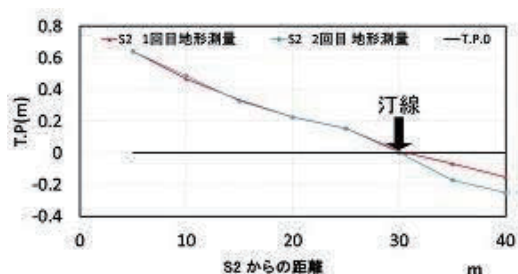


写真2 汀線沖の地形測量

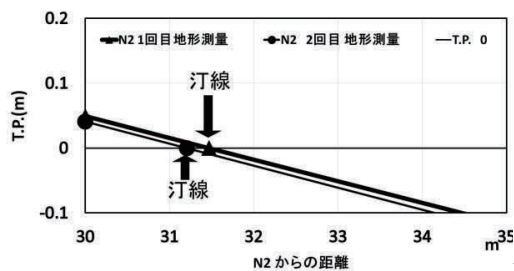
図7(1)および(2)に地形測量の結果を示した。前述のように1回目が12:45~13:05、2回目が14:20~14:40に実施した地形測量と汀線位置を示している。N2測線上の、汀線位置はN2より1回目が31.467m、2回目が31.206mにあり、S2測線上の汀線位置はS2より1回目が30.649m、2回目が30.000mにあり、どちらの測線上でも汀線が陸側に0.2mから0.6m移動している。この汀線変動を示したのが、図7(3)および(4)である。これらの図は図7(1)および(2)に示した汀線近くの地形を拡大して示したものである。図7(3)および(4)より汀線位置が変化していることがわかる。1回目か2回目の地形測量まで、75分経過しているがこの間に地形が変わり汀線が陸側に動いたことになる。



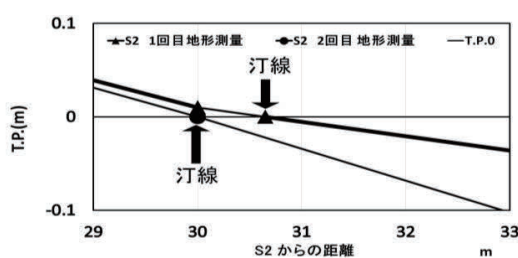
(1) N2 測線地形測量



(2) S2 測線地形測量



(3) 地形測量による汀線変化(N2 測線)



(4) 地形測量による汀線変化(S2 測線)

図7 地形測量結果

## 6.簡易汀線測量

基点 N1 地点において、破砕点(汀線)から仮の汀線までの歩数計測を行い、陸側に移動した仮想汀線を設定し、そこから N1 点北側 20m から S1 点南方 20m まで砕け寄せ波の破砕点に沿って GPS を用いた測量を行った。汀線測定は、真の汀線(破砕点)と平行になるように仮想汀線を歩行する。内業により仮想汀線から本来の汀線位置を求めて、図 8、図 9 に簡易汀線測量による汀線測量を示した。また、図には地形測量による汀線位置も示している。

1 回目簡易汀線測量(12:09~12:12)Hrun1 は歩数 20 歩後退で、汀線後退距離は 12.2m である。N2 測線 1 回目汀線位置は N2 より 31.467m にあり、S2 測線 1 回目簡易汀線位置は 30.649m となっている。図に示したように、両者の汀線位置はほぼ一致しているが、正確には簡易汀線測量による汀線が N2 測線上で 0.2m 陸側に、S2 測線まで 0.9m 陸側にある。これが 1 回目の簡易汀線測量の誤差となる。図9に2回目の地形測量および簡易汀線測量による汀線位置を示した。図より、N2 測線上で汀線位置が異なっている。汀線位置の差は N2 測線上で、行きが 4.25m、帰りが 2m と簡易汀線による汀線が海側となり、S2 測線上では行きが 1.30m、帰りが 1.25m と簡易汀線測量による汀線が海側になっている。1 回目と 2 回目の簡易汀線測量では、N2 測線上における誤差は最大で 4.25m、S2 測線上における誤差は最大で 1.3m となる。N2 測線の誤差が大きいのは、汀線近くの地形が遠浅の堆積地形で緩やかになっており、破波点の判断が困難だったことによるものと考えられる。

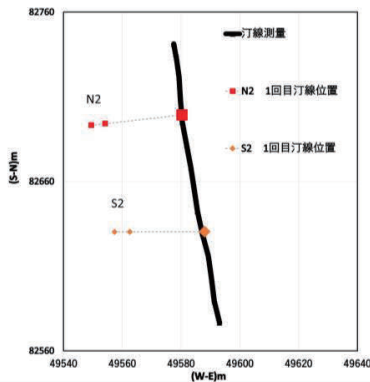


図 8 簡易汀線測量と地形測量による汀線位置(1 回目)

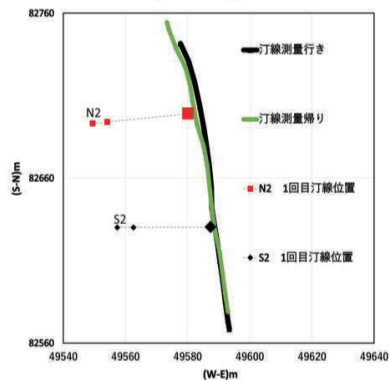


図 9 簡易汀線測量と地形測量による汀線位置(2 回目)

## 7.結論

本研究により以下のことが明らかになった。

(1)地形測量により汀線位置が 75 分間で約 0.2m 陸側に動く地形変化が生じていることがわかった。汀線位置は時間単位で変動している。

(2)簡易汀線測量の誤差は汀線位置が緩勾配となっている場合(遠浅の堆積地形)では最大で 4.25 m、汀線位置が急勾配の場合(通常の汀線地形)では最大で 1.3 m の誤差となる。

## 参考文献

- 1) 葛西 美琴・久保田 桃加・佐々木 幹夫：三沢海岸 2018 年地形変動特性、東北地域災害科学研究、第 55 巻,2019 年 3 月,pp.451~456.