

富丘地区における 恩沙留川排水路河口施設の施工事例

網走開発建設部 雄武農業開発事業所 建設係

鳴海 豊
池田 好之
工藤 幸大

富丘地区は、紋別郡興部町の普通河川^{おひさるるがわ}恩沙留川流域に拓けた受益面積672haの酪農地帯である。本地区の排水施設（排水路2条、河口施設）は昭和55年度～平成4年度に整備されたが、河口施設（導流堤ほか）は波浪等の影響から著しい機能低下による河口閉塞が生じているため、この河口施設を国営造成土地改良施設整備事業により改修するものである。

本論文は、平成20年度から実施した河口施設改修工事の施工方法と現場で発生した問題点について、その解決策を施工事例として報告するものである。

キーワード：鋼矢板、地質、再評価、換算N値、ウォータージェット

1. はじめに

本地区の導流堤は、鋼矢板の二重構造に間仕切りして土砂で中詰め後に上部天端コンクリートを打設するものであり、鋼矢板の打込みにあたっては、実施設計時の地質調査結果からN値の確認を行い、鋼矢板打込み機種を選定した。しかし、工事着手後にパイロハンマでの打込みに困難な状況が生じたことから、地質の再評価を行ってウォータージェット併用による打込み工法に変更した。

本論文は、導流堤改修工事で課題となった鋼矢板打込み工法の選定及び施工経緯に関する事例報告である。

2. 地区概要

国営造成土地改良施設整備事業「富丘地区」は、オホーツク海沿岸の興部町に位置する酪農地帯である。



図 - 1 位置図

本事業では、排水機能の低下要因となっている河口施設（導流堤、汀線保護工、漂砂防止工）を緊急に改修し、施設機能を回復させることにより排水機能の安定的な確保と維持管理費の軽減を図ることを目的としている。

3. 施設概要

河口施設は、排水路の流水を外海へ導き河口部の土砂堆積を防止する「導流堤」、海岸に構造物を設置した際に河口部に堆積する漂砂を防止する「漂砂防止工」、海岸に構造物を設置した際に起こる汀線の浸食を防止する「汀線保護工」の3つの施設が持つ機能で河口閉塞を防止している。

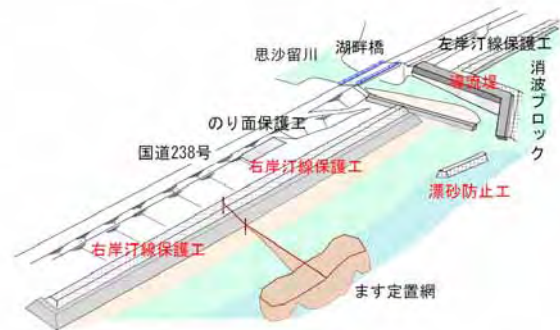


図 - 2 河口施設一般図

4. 現況施設の概要

現況の導流堤は、基本事業で想定していた鋼矢板の腐食速度0.12mm/年に対して最大腐食速度が0.28mm/年に達する箇所が生じて、鋼矢板が欠損し、中詰め土砂が流失したために波圧に対抗できなく、安定性が失われている状況である。(図-3参照)

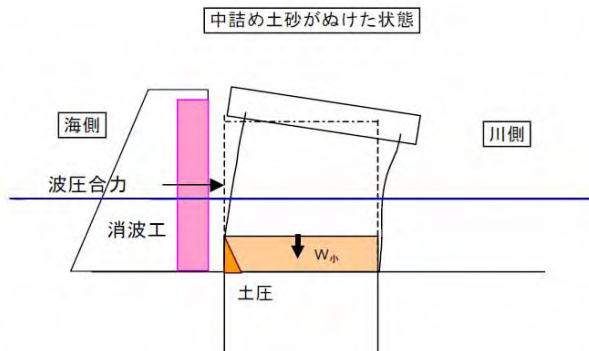


図-3 現況導流堤イメージ図

もし、導流堤が崩壊した場合には、河口部に直接沿岸流がぶつかるため、沿岸流の漂砂エネルギーに比べて河床勾配の緩い恩沙留川排水路の流速では流砂エネルギーが小さく、河口閉塞の原因となる。(図-4参照)

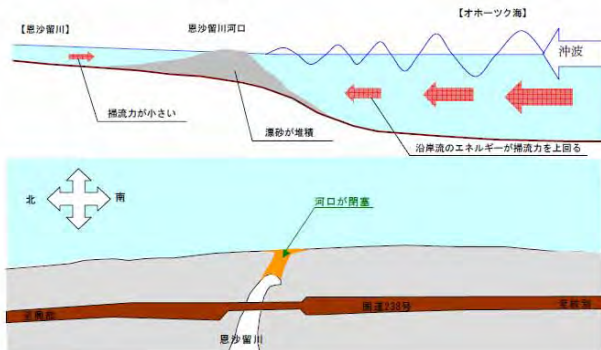


図-4 河口閉塞イメージ図

5. 導流堤の改修概要

本工事で改修する導流堤は、基本事業と同じ形式の「二重鋼矢板式」構造とし、平面形状は変わらないが、地形状況及び最新基準書を参考に設計諸元を検証した。海底の地形変化及び30年確率波を見直して、導流堤の天端標高を現況3.00mから3.10mに、鋼矢板長を現況の9.0m、10.0m、12.0mからそれぞれ11.5m、14.5m、15.5mに変更した。また、腐食対策として鋼矢板の腐食速度の検討を行い、経済比較等からコンクリート被覆工を行うこととした。(図-5参照)

6. 改修工事で発生した課題点

実施設計時における地質調査結果から、基礎地盤のN値は20～30程度の砂質と評価(現況施設の施工時と同様)し、鋼矢板の打込みは「電動式パイロハンマ」の施工が可能と判断していたが、改修工事に着手してから新設鋼矢板が計画深度に達する以前に挿入困難な状況が生じた。標高約-8.0m付近で鋼矢板の挿入速度が急激に低下し、本施工方法では、これ以上の打込(挿入)が困難であることを試験施工により確認した。(図-6参照)



図-6 試験施工状況

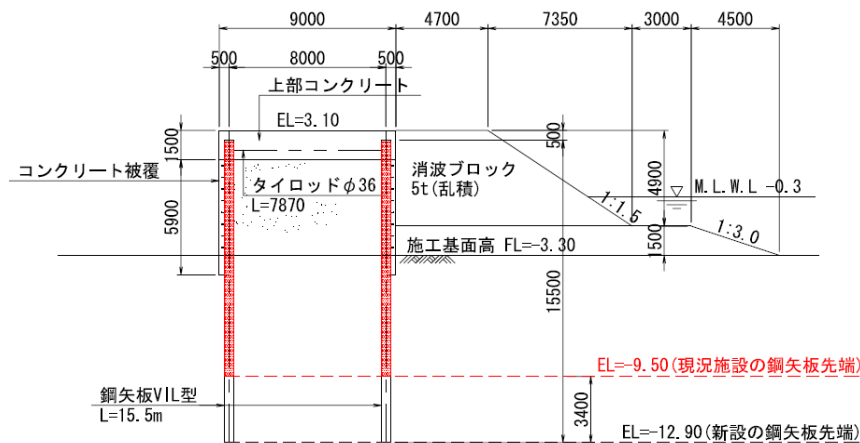


図-5 導流堤断面図(鋼矢板 L型区間)

7. 実施設計における地質評価

平成19年度の実実施設計において、地質調査結果より標高-3.7~-5.1mでN値50程度の大きな値を示す箇所があった。

この層は、2~20mm程度の円礫を80%程度混入する層であり、礫障害による大きめのN値となった可能性が高いこと、基本事業の施工実績等から総合的なN値maxは50以下であると判断していた。(図-7-参照)

8. 地質の再評価調査

鋼矢板の挿入が困難となった箇所の地質を再確認するため、調査ボーリング(1孔)と表面波探査(2地点)の追加を実施し、既存資料と相違がないかを確認することとした。(図-9参照)

調査ボーリングは、実施設計時の位置と約30m離れているが、サンプリングの目視観察から構成地質はほぼ同一の結果を得た。更に、標準貫入試験でもN値50を超える層は確認できなかった。(図-7-参照)

ただし、実施設計時にN値が高く出た標高-5m以深の層では、「御西層」と呼ばれる「凝灰質砂岩、粗粒であり構成粒子は軟質で容易に粘土状となる」と確認できた。(図-8参照)

次に、サンプリングから一軸圧縮強度試験を実施した結果、「御西層」での一軸圧縮強度が最大で0.2MN/m²であり、野外判定法における判別では、親指の爪で貫入できる状態であったため「極めて弱い」と判断した。(表-1参照)

用語	現地における判別	一軸圧縮強さ MN/m ²
極めて弱い [※]	親指の爪で貫入できる	1以下
非常に弱い	地質ハンマーの強打で崩せる、 ϕ ケツパイで削れる	1~5
弱い	地質ハンマーの強打でくぼみができる、 ϕ ケツパイで削るのは容易でない	5~25
中程度の強さ	ϕ ケツパイでは削れない、地質ハンマーの一回の強打で壊せる	25~50
強い	試料を採るには岩を地質ハンマーで一回以上叩かなければ割れない	50~100
非常に強い	試料を採るには岩を地質ハンマーで多数叩かなければ割れない	100~250
極めて強い	地質ハンマーではかけらしか採れない	250以上

[※]ある種の極めて弱い岩石は土として挙動するので、それらはISO 14688-1に基づいて土として記載しなければならない。

表-1 一軸圧縮強さの野外判定法

次に、鋼矢板の挿入が困難となる深度層(標高-8.0m)付近の強度定数を把握するために三軸圧縮試験を実施した。その結果、粘着力Cは129kN/m²、 δ は2.45°で内部摩擦角が極めて小さいことが分かり、強度要素の多くは粘着力Cで占められていると推定された。(表-2参照)

Yutaka Narumi, Yosiyuki Ikeda, Yukihiro Kudou

既往ボーリング No.2
(平成19年)

追加ボーリング
(平成22年)

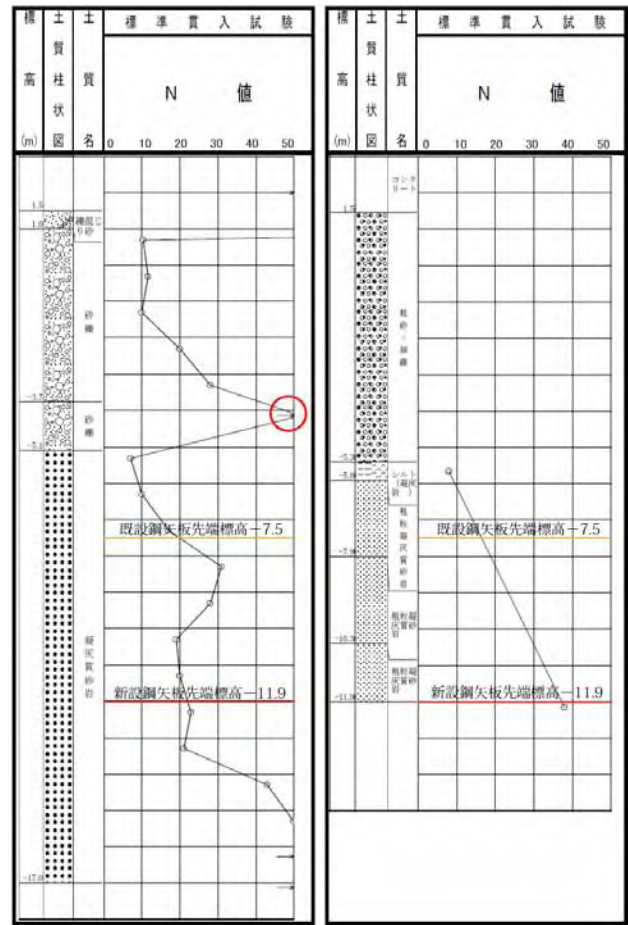


図-7 ボーリング柱状図



図-8 凝灰質砂岩サンプリング

三軸圧縮試験 (UU)				平均値
供試体密度 t (g/cm ³)	1.85	1.837	1.878	1.855
圧縮強度 c (kN/m ²)	273	294	302	
破壊歪み f (%)	7.03	6.16	8.62	
静弾性係数 Es (kN/m ²)	9.42E+03	9.02E+03	1.02E+04	
拘束圧 r (kN/m ²)	100	200	400	
粘着力 C (kN/m ²)				129
内部摩擦角 (°)				2.45

表-2 三軸圧縮試験結果

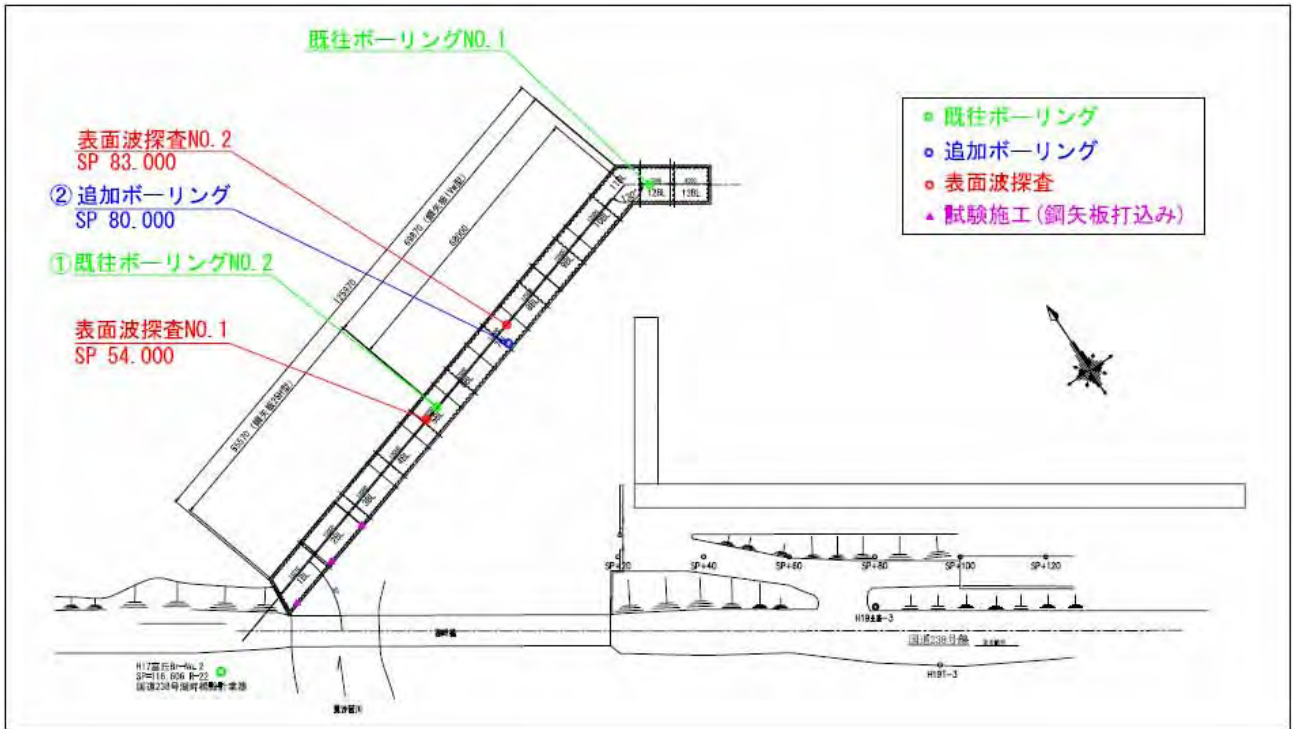


図 - 9 地質調査位置図

更に、地盤性状の縦断的な構造を把握するために「表面波探査」による剪断弾性波速度（Vs）を測定した。

表面波探査は、「表面波速度（Vr） 剪断弾性波速度（Vs）」の関係からN値を推定することが出来、比較的精度良く効率的で簡便に行える調査方法である。

調査で得られた剪断弾性波速度から次式により、換算N値を算出した。（表 - 3 参照）

・粘性土の場合は次の式 (1a)

$$N = 10^{(3 \times \log(Vs/100))} \quad (1 \leq N \leq 25) \quad (1a)$$

・砂質土の場合は次の式 (1b)

$$N = 10^{(3 \times \log(Vs/80))} \quad (1 \leq N \leq 50) \quad (1b)$$

剪断弾性波速度から推定した換算N値は、標高-10m付近から50以上となった。一般には、剪断弾性波速度

300m/s程度において粘性土層の場合にN値25以上、砂質土層でN値50以上の値を有している剛性の高い地層¹⁾とされていることから、本調査結果から極めて剛性の高い層と評価することが妥当である。

地点No.	標高(m)	Vr(m/s)	換算N値	
			道路橋示方書	
			粘性土: Vs=100N ^(1/3)	砂質土: Vs=80N ^(1/3)
No.1	-1.7	111	1	3
	-3.7	186	6	13
	-4.2	199	8	15
	-4.8	228	12	23
	-6.3	259	17	34
	-10.8	361	47	92
	-18.9	801	514	1004
No.2	-1.8	232	12	24
	-2.2	155	4	7
	-3.2	244	15	28
	-5.1	291	25	48
	-6.0	197	8	15
	-6.7	330	36	70
	-10.9	414	71	139
	-18.9	1080	1260	2460

表 - 3 剪断弾性波速度（Vs）からの換算N値

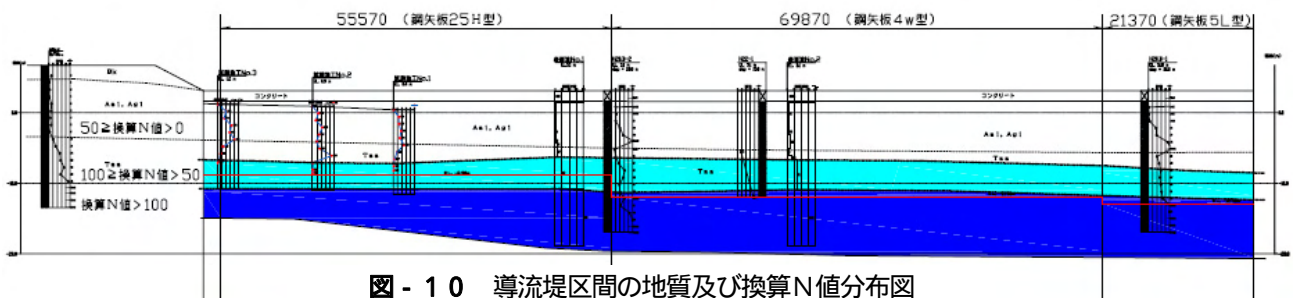


図 - 10 導流堤区間の地質及び換算N値分布図

9. 地質の再評価結果と工法変更

追加地質調査の結果から、導流堤の基礎地盤となっている凝灰質砂岩は、強度要素の多くが粘着力で占められ、鋼矢板挿入時に粘性土の性質を示し、鋼矢板に働く周面摩擦力が大きく、標準貫入試験によるN値より実際は大きな抵抗が働いていると考えられた。(図-11参照)

また、剪断弾性波速度(V_s)が360~410m/sで換算N値は概ね50以上となり、深部では $N = 500 \sim 1,200$ の固結した岩盤と評価できた。

さらに、既設の鋼矢板(先端標高-6.5m、-7.5m、-9.5m)に比べ新設の鋼矢板(先端標高-8.9m、-11.9m、-12.9m)の方が根入れが長く、周面摩擦力が大きくなる事も明らかである。

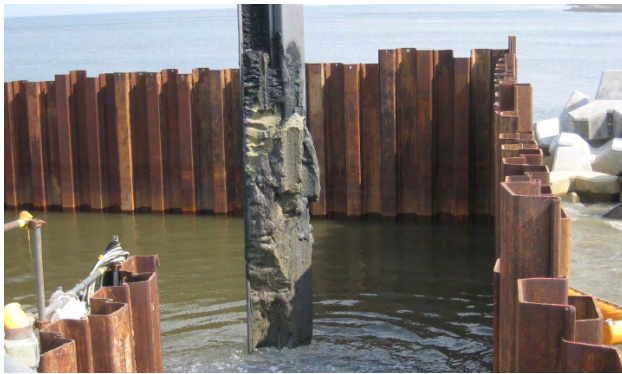


図-11 鋼矢板に付着した凝灰質砂岩

以上のことから、先端部がN値50以上の地盤となっているため、打込みが困難と考えられた。

鋼矢板の施工方法については、当初の「電動式バイブロハンマ単独施工」から、鋼矢板先端部にウォータージェットノズルを設け、ノズルから圧力水を噴射することにより、鋼矢板先端部における地盤抵抗を低減させることができる「電動式バイブロハンマのウォータージェット併用施工」に変更した結果、鋼矢板の打込みが可能となった。(図-12、図-13参照)

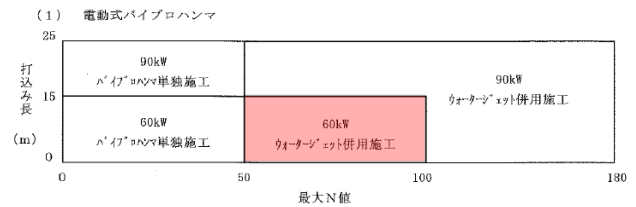


図-12 機種を選定表



図-13 ウォータージェット装着状況

10. 終わりに

今回、実施設計時の調査から想定しきれなかった土質性状に起因して、工事施工で問題が発生したものであるが、追加調査には「時間と費用」が必要となる。監督員は、予定工期内で工事を完成させるため、迅速な対応と適切な設計変更を行わなければならないと考えている。

鋼矢板に限らず、実際の現場では様々な問題が起こる可能性があるため、問題解決を図るための追加調査の必要性を十分に認識しながら今後も工事実施に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編