

福井港海岸（福井地区）における護岸の裏埋土砂の吸出し防止対策の検討

伊部知徳*・小谷野喜二**・吉永宙司***

* (財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

** (財) 沿岸技術研究センター 研究主幹

*** 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 所長

福井港海岸（福井地区）では、護岸目地部からの吸出しが原因と考えられる背後地の陥没が広範囲に亘り継続的に発生している。本稿は、平成16年度に実施された吸出し防止対策工に関するモニタリング結果および吸出し防止対策工法の改良案の検討について報告するものである。

キーワード: 護岸の吸出し, 高圧噴射攪拌工法, 過剰間隙水圧

1. はじめに

福井港海岸（福井地区）(写真-1 参照) は、その背後に国家石油備蓄基地や県営工業団地（「テクノポート福井」）が立地しているが、護岸の目地部からの吸出しが原因と考えられる背後地の陥没が広範囲に亘り継続的に発生している（写真-2 参照）。



写真-1 福井港海岸（福井地区）全景
(Google Earth より引用)



写真-2 背後地の陥没状況

このことを抜本的に解決すべく、平成16年度より吸出し要因の解明と対策工法の検討がなされ、平成16年度に

目地部改良の現地試験（第1期）が実施された。

本稿では、現地試験（第1期）施工後、平成17～18年度に実施された現地計測により得られた知見を整理するとともに、現地試験（第2期）(案) について検討した結果を報告する。

2. 現地試験（第1期）の概要

平成16年度に実施された護岸の目地部改良の現地試験（第1期）概要を図-1に示す。

現地試験（第1期）は、護岸の目地部からの吸出し防止対策として、高圧噴射攪拌工法と鋼矢板を併用したものである。

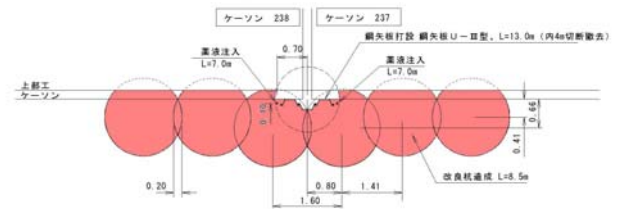


図-1-(1) 現地試験（第1期）平面図

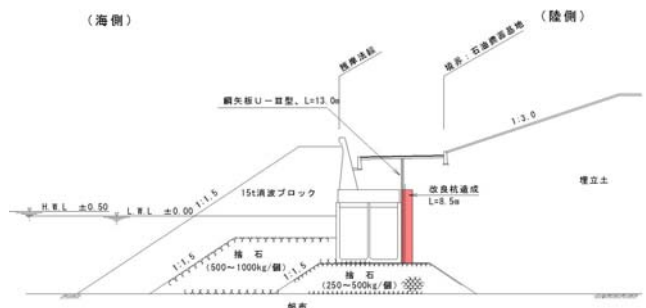


図-1-(2) 現地試験（第1期）断面図

【工事内容】

高圧噴射攪拌工

鋼矢板工（目地部からの改良材流出防止）

薬液注入工 (ケーソンと鋼矢板との間隙へ注入)

【施工延長】

L=28.2m (目地部3箇所, L=9.4m/箇所)

【施工数量】

高圧噴射攪拌工 18本(6本×3箇所, 改良範囲
D.L.+3.00~−5.50m)

鋼矢板工 U-Ⅲ型: 9枚(3枚×3箇所)

薬液注入工 6本(2本×3箇所, 改良範囲
D.L.+1.50~−5.50m)

3. 現地計測方法および結果

3.1 平成17年度現地計測

平成17年度の現地計測は, 目地部の改良区間に2箇所, 目地部未改良区間に2箇所の計4箇所について, それぞれ, 間隙水圧計と沈下計を設置し, 9月15日より2月28日までの約5.5箇月間計測を行った. 表-1に計測の概要を示す. ケーソン前面の消波工内の波圧は, 当該箇所直接計測するために, 図-2に示すように護岸背後陸上より消波ブロック中をロータリーパーカッションで削孔しストレーナー管を建込み, 間隙水圧計を所定の位置に設置・固定している.

また, 改良体のチェックボーリングを1箇所実施した.

表-1 H17計測概要

計測調査	項目	内容		備考
		目地部改良区間	目地部未改良区間	
沈下計測	計測箇所数	2箇所	2箇所	
	計測対象層	D.L.-1.3m (No. 2, 5)	D.L.-1.3m (No. 7, 9)	
	計測方法	直接水準測量		
	計測頻度	1回/月を標準とする		
間隙水圧計測	計測箇所数	ケーソン前面: 1箇所 (No. 10) ケーソン背後: 2箇所 (No. 1, 4)	ケーソン前面: 1箇所 (No. 11) ケーソン背後: 2箇所 (No. 6, 8)	
	計測対象層	D.L.-3.0m (No. 1, 4)	D.L.-3.0m (No. 6, 8)	
	計測方法	自動計測(タイマー制御)		
	計測頻度	1日当り12回, 各偶数正時を挟む30分間		
	記録装置	フリップ方式(6チャンネル同時), 計測周期: 50Hz(50回/sec), 電源: DC		
JSGチェックボーリング	調査箇所	改良体中心部: 1箇所	—	
特記事項		※表中の下線付き赤字は, H18年度新規設置(調査)箇所を示す。		

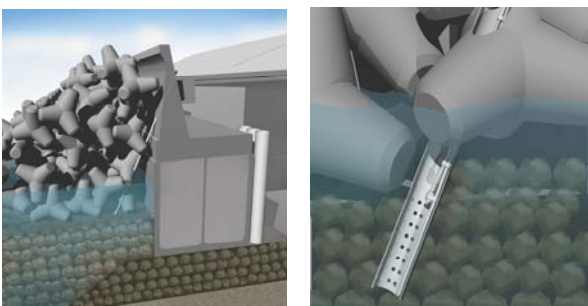


図-2 消波工内間隙水圧計設置イメージ図

3.2 平成18年度現地計測

平成18年度の現地計測は, 平成17年度の現地計測に加えて, 目地部未改良区間に間隙水圧計と沈下計を2箇所ずつ追加設置し, 1月21日より3月22日までの約2箇月間計測を行った. また, 目地部改良区間と未改良区間で2箇所ずつの地盤強度確認試験と, 改良体のチェックボーリングを5箇所実施した. 表-2および図-3に計測の概要を示す.

表-2 H18計測概要

計測調査	項目	内容		備考
		目地部改良区間	目地部未改良区間	
沈下計測	計測箇所数	2箇所	4箇所(2箇所追加)	
	計測対象層	D.L.-1.3m (No. 2, 5)	D.L.-1.3m (No. 7, 9) <u>D.L.-3.0m (No. 14)</u> <u>D.L.-3.0m (No. 15)</u>	
	計測方法	直接水準測量		
	計測頻度	1回/月を標準とする		
間隙水圧計測	計測箇所数	ケーソン前面: 1箇所 (No. 10) ケーソン背後: 2箇所 (No. 1, 4)	ケーソン前面: 1箇所 (No. 11) ケーソン背後: 4箇所(2箇所追加) (No. 6, 8, <u>12, 13</u>)	
	計測対象層	D.L.-3.0m (No. 1, 4)	D.L.-3.0m (No. 6, 8) <u>D.L.-7.0m (No. 12)</u> <u>D.L.+0.5m (No. 13)</u>	
	計測方法	自動計測(タイマー制御)		
	計測頻度	1日当り12回, 各偶数正時を挟む30分間		
	記録装置	同期装置付フリップ, 計測周期: 50Hz(50回/sec), 電源: DC		20Hzローパスフィルター
地盤強度確認試験	調査箇所数	2箇所	2箇所	
	調査箇所	<u>捨石部: GL~捨石内(H18-10)</u> <u>捨石部後: GL~原地盤(H18-9)</u>	<u>捨石部: GL~捨石内(H18-11)</u> <u>捨石部後: GL~原地盤(H18-12)</u>	
JSGチェックボーリング	調査箇所	<u>接岸部: 3箇所(H18-4, 5, 7)</u> <u>D/4部: 2箇所(H18-6, 8)</u>	—	
残留水位計測	計測箇所数	1箇所(<u>No. 16</u>)	1箇所(<u>No. 17</u>)	
	計測方法	蓋みケー式水圧計(大気圧, 水溫補正機能付)による自動計測		
	計測頻度	1日当り12回(毎正時静的計測)		
特記事項		※表中の下線付き赤字は, H18年度新規設置(調査)箇所を示す。		

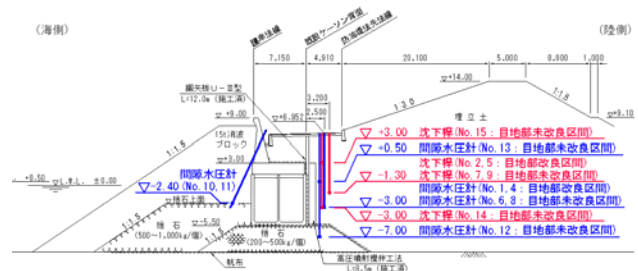


図-3 H18計測実施断面図

3.3 現地計測結果および考察

(1) 目地部改良区間における圧力変動

目地部未改良区間での間隙水圧は, 基礎マウンド内 (D.L.-7.0m) > 背後地盤中間層 (D.L.-3.0m) > 背後地盤残留水位付近 (D.L.+0.5m) の順に圧力変動が小さくなっている. また, 目地部未改良区間の平面的な設置が異なる同一深度において, 圧力変動が異なる (図-4参照).

このことから, ケーソン前面からの圧力は, 基

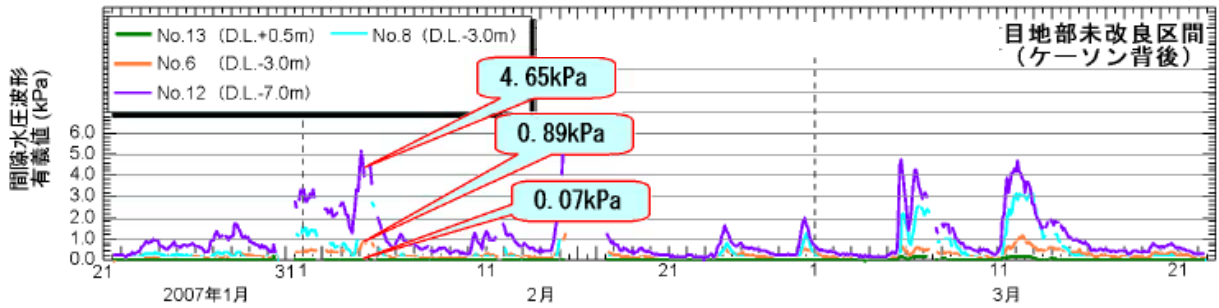


図-4 計測位置の違いによる間隙水圧波形の有義値の経時変化



写真-3 改良体の未改良部分 (採取コア)



写真-4 改良体の未改良部分 (孔内撮影)

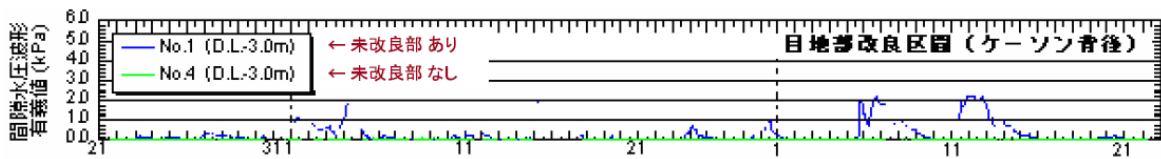


図-5 改良体の未改良部の有無による間隙水圧波形の有義値の経時変化

礎マウンドの他、目地部からも伝達されているものと考えられる。また、目地部改良区間で圧力変動が生じている区間は改良体下端に未改良部分がある箇所と一致する (写真-3, 4, 図-5 参照)。

(2) 吸出し発生箇所における地盤強度

吸出し発生箇所は、表層より基礎マウンド部まで比較的均一な強度を有する地盤であり、特異な点は見当たらず、このことから基礎マウンドからの吸出しの可能性は低いものと考えられる。

(3) ケーソン背後の残留水位

ケーソン背後の残留水位は、干満による潮位変動の影響を受けて、潮汐と同じ周期で変動が生じている。

また、高波浪時に上昇し易い傾向がある (図-6 参照)。

4. 現地試験 (第2期) の検討

4.1 吸出し要因の特定

3.3 現地計測結果および考察より、目地部の吸出しは、護岸背後の土砂内の間隙水圧が大きく、前面の波の振幅による圧力変動との差による過剰間隙水圧が有効応力より大きくなり、局所的に液状化が発生していることに加え、前面方向への浸透圧により目地部より吸出しが生じていると考えられる (図-7 参照)。

4.2 改良方針

4.1 で特定された吸出し要因に対し、以下に示す改良方針のもと現地試験 (第2期) (案) の検討を行った。

方針-1 : 圧力伝達の阻止および背後土砂の抜け出しを防止するために目地部を遮断(固化)する。 →目地部遮断工法

方針-2 : 目地部に作用する波圧をフィルター等により消散させる。 →圧力消散工法

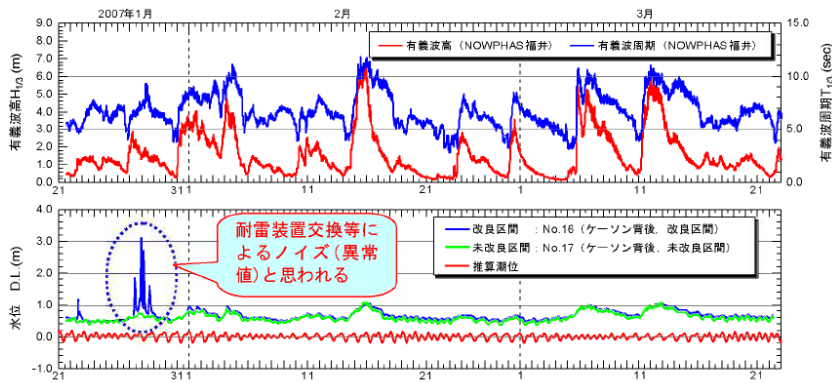


図-6 地下水位の変動状況

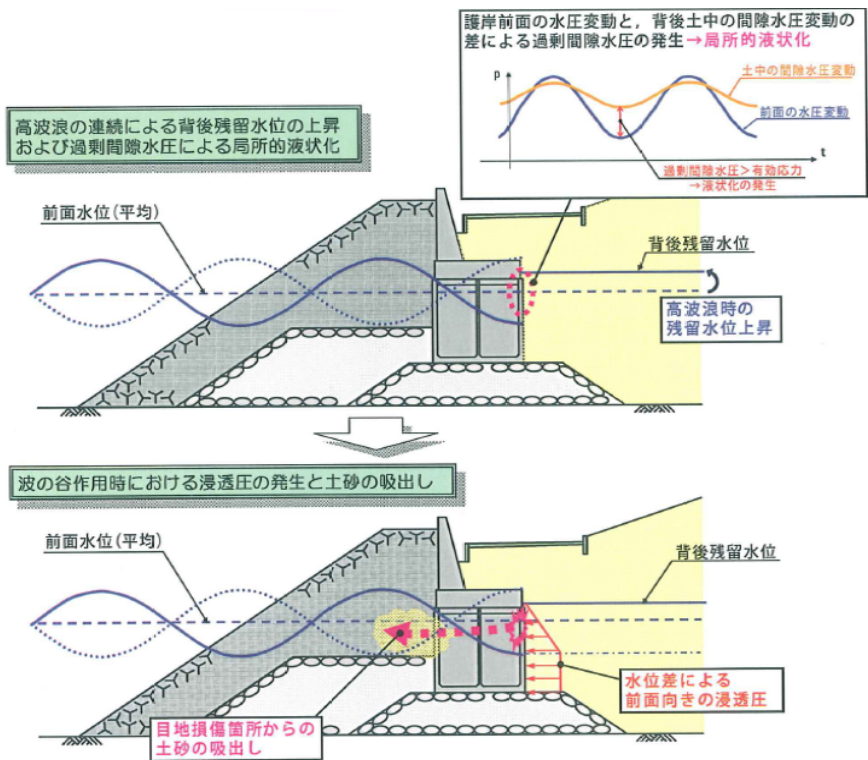


図-7 吸出し発生状況イメージ図

4.3 現地試験 (第2期) (案) の提案

現地試験 (第1期) では高圧噴射攪拌工法の改良体下端に未改良部分が残る、圧力伝達が生じていることから、現地試験 (第2期) では目地部を確実に遮断 (固化) する工法を2案、改良体および護岸背後の土砂内への伝達される圧力を他へ逃がすことにより小さくする工法を1案提案した。以下にその概要を示す。

第1案：改良体下端に未改良部が残らないように高圧噴射攪拌工法のロッド先端ノズルの角度を下向き (15°程度) に改良する。

第2案：改良体下端と基礎マウンドを密着させるために高圧噴射攪拌工の施工後、改良体下端部へ薬液注入を行う。

第3案：護岸の背後土砂への圧力伝達を小さくするため、目地部背後に石材等によりフィルタ一部を設け、目地部より伝達される圧力を上部へ抜く。

5. おわりに

本稿は、国土交通省北陸地方整備局新潟港湾空港技術調査事務所発注の福井港海岸 (福井地区) に関する調査の成果をとりまとめたものである。調査にあたっては、福井港海岸技術検討会の各委員、新潟港湾空港技術調査事務所および敦賀港湾事務所の関係者から貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに記して厚く御礼申し上げます。