水門本体施工時における締切矢板の湧水と軟弱地盤における対応策について

工事名： 平成２９年度　二級河川坂口谷川地震・高潮対策河川事業
（防災・安全交付金）工事（水門本体工）

地区名： （社）静岡県土木施工管理技士会　静岡地区

会社名： 大石建設株式会社

執筆者： 主任技術者　松井　正仁　　CPDS登録番号(00190334)

1.工事概要

本工事は榛原郡吉田町と牧之原市の境となる二級河川坂口谷川の河口付近、No.-2+73.67～No.-1+77.07の間、施工延長Ｌ＝103.4mに、高潮及び地震による津波から守るための水門を新設する工事でした。

2. 現場における問題点（矢板の変位）

現場近隣では、高潮と台風などの大雨が重なると川の水位が上がり、近隣の道路が冠水してしまうことも見受けられ、地元住民からの要望もあり水門の建設が求められていた。
自分の携わった工事は牧之原市側である右岸側から水門本体（右岸堰柱・中央堰柱・中央床版・堰柱間カーテンウォール）を建設する工事であったが、現場は河口が近いため、水位が高く湧水も多いために、確実な締切を行う必要があった。

現場の施工は先ず、河口付近に締切鋼矢板（ハット型10H L=7.0～7.5m・25H L=9.5m～12.0m）をバイブロハンマーとウォータージェットの併用にて打設を行い締切を行った。その後、現状盤のH=1.0mから堰柱基礎下のH=-5.35mまで掘削を行った。
掘削作業時に、鋼矢板が掘削側に許容値を超え変位する現象が発生した。(表1)
発注者に一報を入れ、変位量の進行も考えられたため、掘削部に抑え盛土を行った。
盛土後に継続的に矢板の変位量の測定を行ったが、変位の進行は確認されなかった。
変位発生時の掘削深さとしてはH=-3.80m程度であり、最終掘削高までは1.5m残されていた。
計測結果は許容変位150mmに対し最大で260mmの変位が確認された。(表２)
発注者に変位量等の現況を報告し、今後の対応・方針について相談を行った。

表１

【平面図】

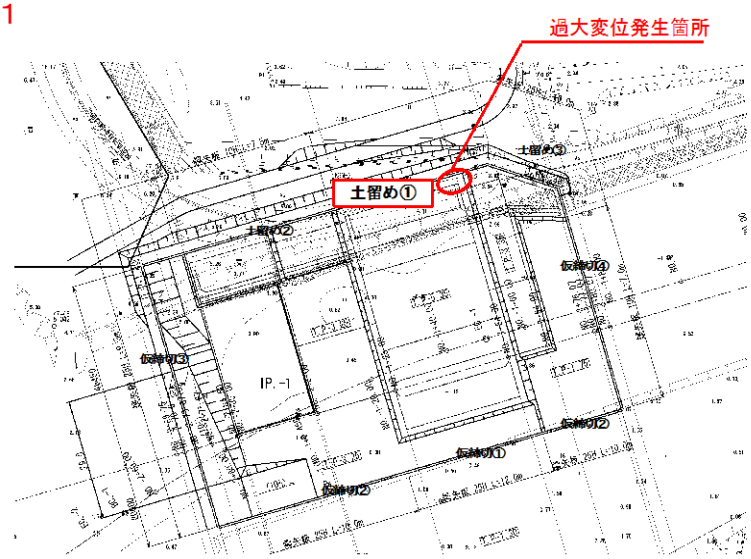
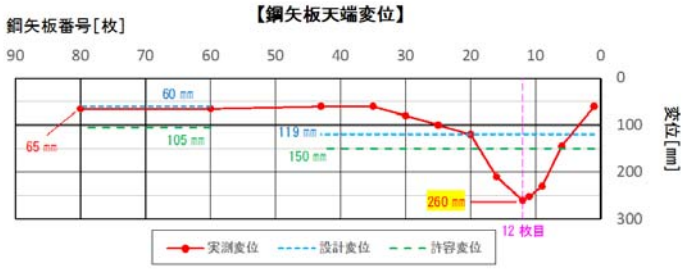
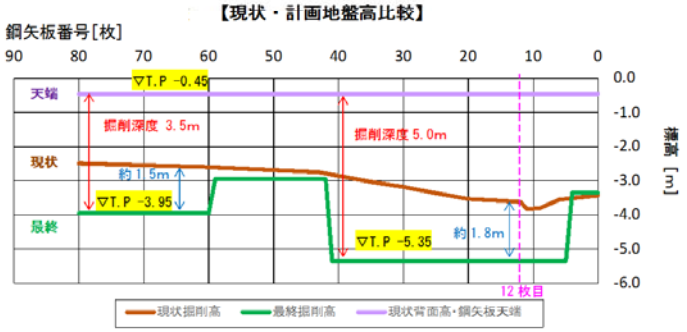


表２

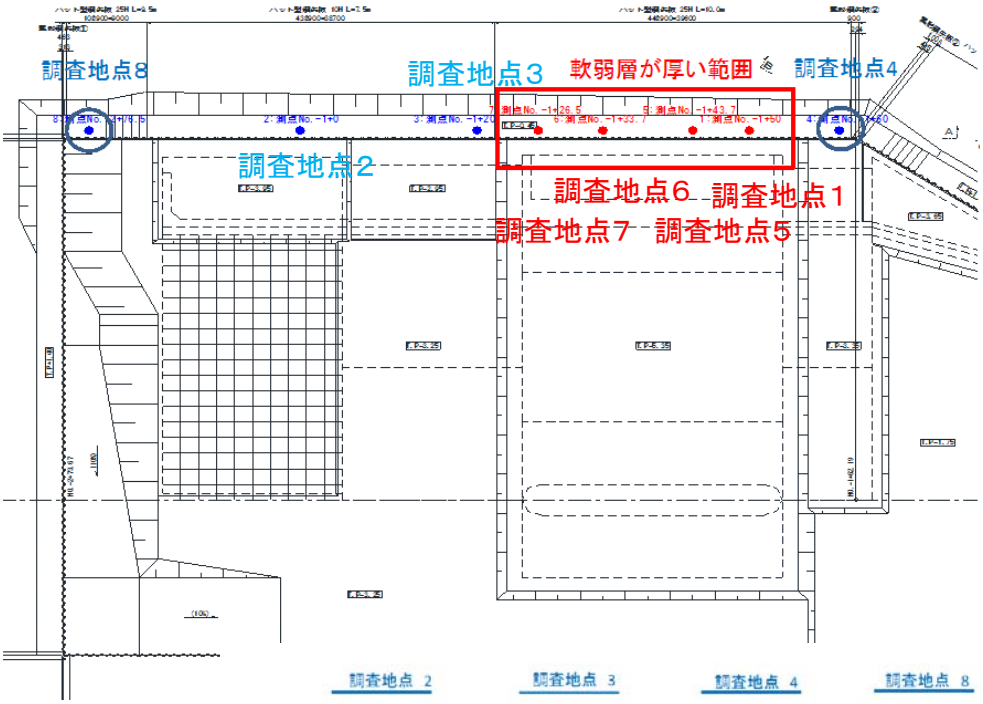




3. 原因の洗い出し

設計時約100m間隔で地質調査が行われており、ボーリング調査結果からも地層のバラつきは見られなかったが過大変位発生箇所は掘削時に側面からの湧水が発生していた。
現地でサウンディング試験を実施した結果、鋼矢板の変位が大きい箇所では局地的に軟弱層が厚いことが判明した。（表３）

表3



サウンディング測定結果

軟弱層が厚い

調査地点 2

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	2.0
0.50	2.2
0.75	2.5
1.00	4.6
1.25	5.7
1.50	6.8
1.75	10.0
2.00	10.3
2.25	8.7
2.50	11.9
2.75	11.3
3.00	12.7
3.25	18.0
3.50	
3.75	

▽T.P.−0.45
軟弱層範囲 L=3.25m

調査地点 3

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	1.0
0.50	3.0
0.75	2.5
1.00	3.0
1.25	6.2
1.50	8.4
1.75	11.1
2.00	18.0
2.25	
2.50	

軟弱層範囲 L=2.00m

調査地点 4

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	2.0
0.50	2.5
0.75	3.0
1.00	7.6
1.25	7.3
1.50	9.5
1.75	9.2
2.00	15.4
2.25	18.0
2.50	
2.75	

軟弱層範囲 L=2.25m

調査地点 8

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	2.0
0.50	15.9
0.75	18.0
1.00	
1.25	

▽T.P.+1.40
軟弱層範囲 L=0.75m

調査地点 1

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	1.0
0.50	2.0
0.75	2.0
1.00	2.5
1.25	4.6
1.50	6.8
1.75	4.4
2.00	4.1
2.25	4.1
2.50	3.6
2.75	3.6
3.00	3.8
3.25	4.4
3.50	4.1
3.75	4.8
4.00	5.4
4.25	5.2
4.50	6.0
4.75	5.4
5.00	5.7
5.25	4.6
5.50	3.6
5.75	4.9
6.00	3.6
6.25	5.2
6.50	3.6
6.75	2.5
7.00	2.8
7.25	2.5
7.50	3.3
7.75	3.8
8.00	5.4
8.25	11.1
8.50	4.9
8.75	2.8
9.00	4.1
9.25	18.0

▽T.P.−0.45
軟弱層範囲 L=9.25m

調査地点 5

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	0.5
0.50	1.0
0.75	1.0
1.00	2.0
1.25	2.8
1.50	3.3
1.75	4.1
2.00	5.2
2.25	6.0
2.50	6.5
2.75	7.3
3.00	6.5
3.25	7.3
3.50	8.1
3.75	9.7
4.00	7.3
4.25	8.1
4.50	7.3
4.75	7.9
5.00	6.5
5.25	6.0
5.50	7.9
5.75	9.7
6.00	9.7
6.25	10.0
6.50	10.0
6.75	8.4
7.00	6.5
7.25	8.4
7.50	7.3
7.75	7.1
8.00	10.5
8.25	15.1
8.50	18.0
8.75	

軟弱層範囲 L=8.50m

調査地点 6

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	1.0
0.50	1.0
0.75	1.5
1.00	2.8
1.25	5.2
1.50	6.5
1.75	8.1
2.00	9.2
2.25	8.9
2.50	9.7
2.75	6.8
3.00	7.1
3.25	6.2
3.50	6.0
3.75	6.2
4.00	7.3
4.25	6.2
4.50	4.9
4.75	6.2
5.00	8.1
5.25	9.5
5.50	10.3
5.75	12.1
6.00	18.0
6.25	

軟弱層範囲 L=6.00m

調査地点 7

貫入深さ D [m]	換算N値 N
0.25	1.0
0.50	1.5
0.75	2.5
1.00	3.3
1.25	5.7
1.50	8.4
1.75	8.4
2.00	9.5
2.25	7.3
2.50	9.7
2.75	9.2
3.00	10.8
3.25	10.0
3.50	9.2
3.75	11.9
4.00	12.4
4.25	13.5
4.50	18.0
4.75	
5.00	

軟弱層範囲 L=4.50m

4. 対応策の検討

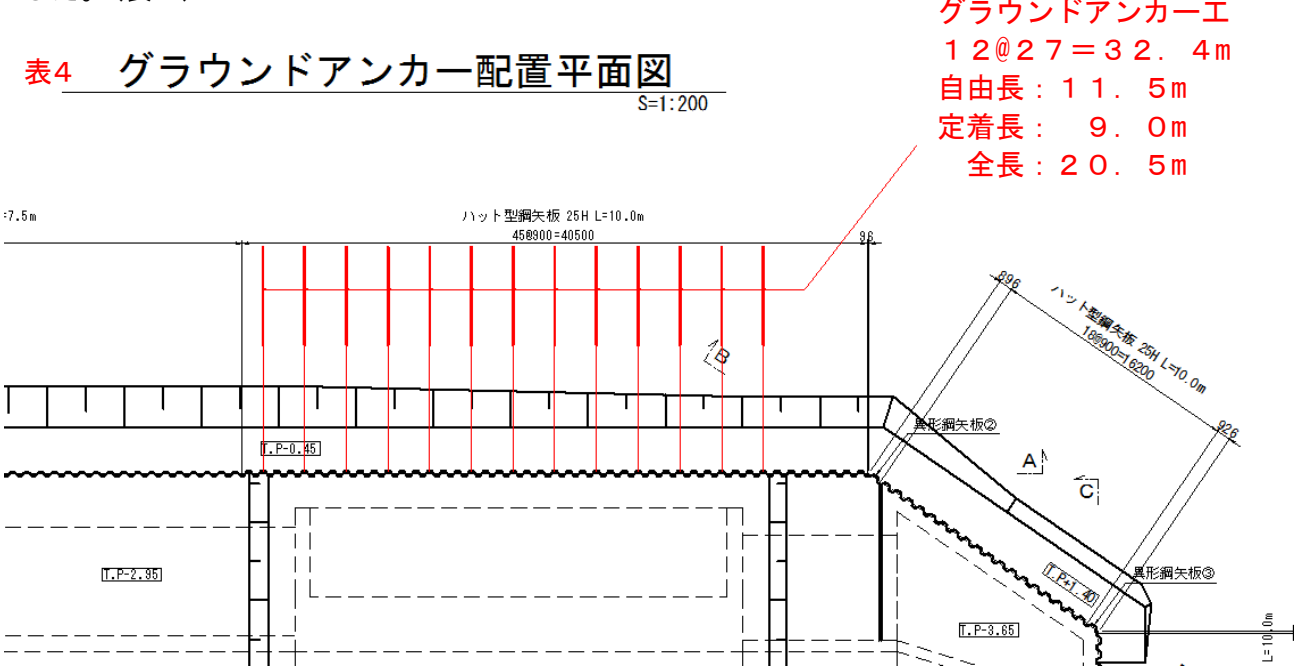
変位した矢板の対応策を現場として６案検討した。
支保工形式としての４案
①自立式土留め
　　×現状で大きな変位が発生しているため掘削が不可能
②切ばり式土留め
　　×鋼矢板の間隔が広く、切ばりと水門本体構造物が干渉するため不可能
③アンカー式土留め
　　〇周辺に既設構造物の基礎や地下埋設物が無いため施工可能
④控え杭タイロッド式土留め
　　×控え杭を設置するための敷地が無いため不可能
補助工法としての２案
⑤地下水位低下工法
　　×ボーリングデータから見て透水係数が低く集水が困難であり不適切
⑥地盤改良
　　×改良中に土砂が乱れ矢板の変位が進行する恐れがある。
　　×河口周域に希少生物が生息しており改良材による影響を考え不適切

以上の事を踏まえ、③のアンカー式土留めが最適であると考え矢板変位への対応策としました。

5、適用及び適用結果

　サウンディング試験と掘削深度による変位状況からアンカー式土留めの適用範囲・仕様を検討し、発注者に報告・協議を行い、承諾を得ることが出来たため、アンカー式土留めの施工が決定した。（表４）

表4　グラウンドアンカー配置平面図
S=1:200



平成３０年７月に承諾を得、鋼材・アンカーの準備と、アンカー打設ヤードの整備を行った。８月からアンカー式土留め13本・自由長：11.5m・定着長：9.0m・全長：20.5mを、右岸堰柱底板施工影響間L=32.4mに打ち込み、締切鋼矢板の補強を行った。
アンカー式土留めの打設後も日々、締切鋼矢板の変位の計測を行いましたが、令和２年２月に、無事完成検査を受けるまで変位量が進行することはありませんでした。

アンカー工　施工完了全景

6、おわりに

　工事区域が河川の中にあり、締切矢板が倒壊すれば現場だけでなく作業員の人命すら危惧される中で、事故も無く、無事に竣工を迎えることが出来ました。
締切矢板が変位した時に相談に乗っていただいた発注者の皆様に感謝します。
施工期間中に、平成３０年台風２４号や、令和元年度東日本台風（台風１９号）等の大型台風が通過し、川の水位が大きく変動することも多く、締切矢板の重要性について考えさせられた工事になりました。
矢板が変位を始めると短時間で変位量が規定量を超えてしまう怖さと、対応が遅れてしまえば取り返しの付かない事故に繋がる可能性もあったと思います。
日々の測定と施工時の監視により早期発見したことで事故に繋がるのを防げました。次の工事でも日々の点検を怠らず、微細な変化にも気を配り、安全に施工を行います。