

## 止水壁築造時における開口部の監視及び安全対策

大成建設(株) 九州支店 正会員 ○紅林 良亮 岡本 浩文 蕪沢 隼

### 1. はじめに

本工事は、沖永良部において地下ダム止水壁（全長 L=2,502m）のうち、1 工区（全長 L=266.4m）を施工するものである。大部分の地下ダムは、琉球石灰岩を主とし、削孔後の溝壁は自立し溝壁の崩壊は少ないと考えられている。しかし、沖永良部の地質は、大部分を琉球石灰岩が占めるものの、そのところどころに未固結の表土や粘土層、空洞が点在し(図-1)、溝壁の崩壊が予想された。溝壁の崩壊は、削孔機の転倒等の重大災害につながるため、事前に崩壊の予兆を察知して重機や作業員の退避時間を確保する必要があった。そのため本工事では、パイプひずみ計を用いることで溝壁の変位を常時監視し、地下ダム止水壁を安全に施工することとした。

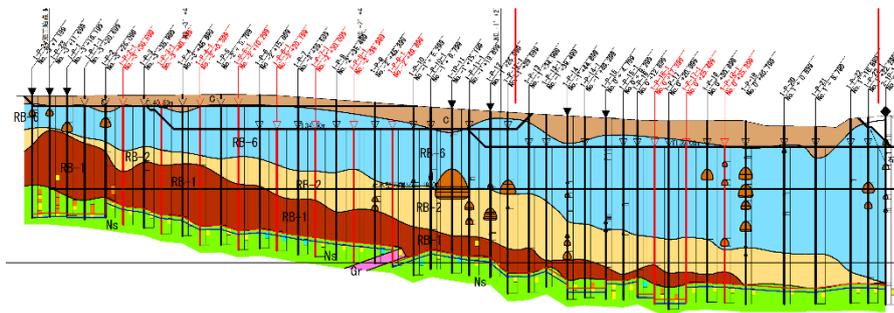


図-1 1工区地質横断図

時代	凡例 地質層序	記号
完新世	粘土	b
	表土(粘土層を含む)	c
	余多川氾濫原堆積層	a
	空洞(充填物なし)	
第四紀 更新世	空洞充填物	
	泥質～サンゴ石灰岩	Rc-3
	砕屑性石灰岩	Rc-2
	礫層	Rc-1
	砕屑性石灰岩	Rc-6
	琉球層群	
	大型有孔虫石灰岩	Rc-5
	砂質石灰岩	Rc-4
	砂層	Rc-3
	泥質～砂質石灰岩	Rc-2
礫層	Rc-1	
先第三紀	花崗岩類(石英斑岩)	Gr
	緑色岩	Ng
	頁岩優勢互層	Ns

### 2. パイプひずみ計設置

まず初めにパイプひずみ計を設置する位置の検討を行った。溝壁崩壊に掘削機が影響を与える範囲を最大深さ 7m とし(図-2)、地表より約 8m の探査を行うことが可能な比抵抗二次元探査を実施した(図-3)。探査の結果から、弱部及び空洞が存在する可能性のある箇所を観測できるように配置計画を実施した。削孔機の足場である作業床と止水壁の施工の定規となるガイドウォールの施工後、パイプひずみ計の設置を行った。パイプひずみ計設置位置は、ガイドウォールと削孔機キャタピラーの間の止水壁杭芯より 1.5m の位置、また配置間隔は掘削機のキャタピラー接地長が 5.8m であることを考慮し 5.5m 間隔とした。(図-4)パイプひずみ計は 1-3 工区において全長 66.0m、全 12 本設置し、ボーリングにおいて最大深さ 7m の位置まで設置を行った。また削孔機の操作室にタブレットを設置し、変位結果は常時確認できるようにした。

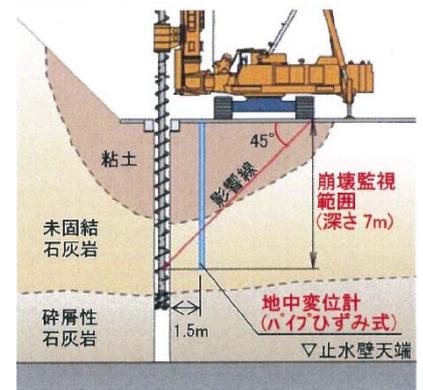


図-2 設置概要図(正面)

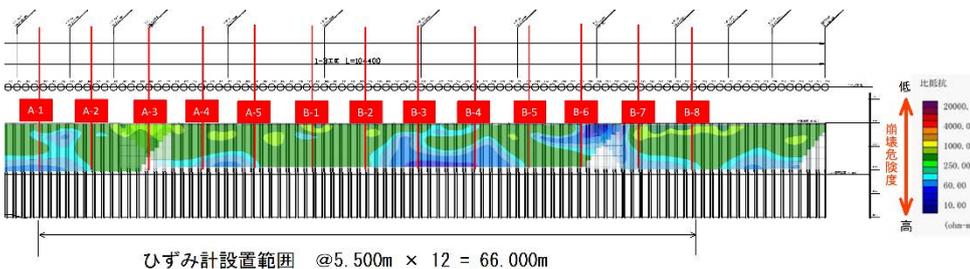


図-3 比抵抗二次元探査結果

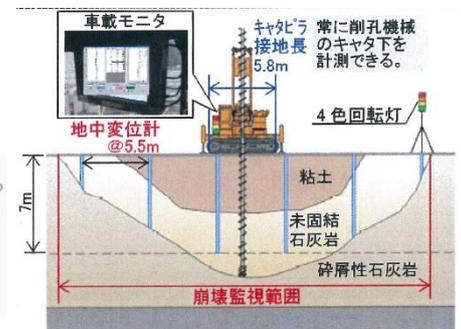


図-4 設置概要図(側面)

キーワード：地下ダム，パイプひずみ計，比抵抗二次元探査，ボーリング，溝壁崩壊，作業床，ガイドウォール，琉球石灰岩，

### 3. 測定結果の判定

パイプひずみ計の測定は常時行い、累計の変位量と10分毎の変位差を測定した。10分間の変位差において、パイプひずみ計管理基準を基に危険度の評価を行い、右記の行動マニュアルを作成、実施した(表-1)。ひずみ計の変位量に応じて、危険度を分類わけし、その数値に応じた回転灯の色が回るようにした。現場施工エリアから目視できる箇所に回転灯を設置することによって、全作業員が把握できるようにした。また、測定値が500,1500,3000  $\mu S$  を超える際には、現場職員の携帯に警報メールが自動的に届くようにし、現場から離れていたとしてもすぐに危険が察知できるものとした。

表-1 行動マニュアル

レベル	変位 ( $\mu S$ )	管理体制
通常	500未満	始業前にカメラで溝壁を確認 運転手がモニターで計測値を確認
青	500~1500	作業員へ注意喚起 溝壁の目視確認
黄	1500~3000	作業一時中断 ガイドウォールに切梁設置
赤	3000以上	作業中止、重機退避 危険箇所への立入禁止

(1mmあたり100  $\mu S$  値)

### 4. 結果

止水壁115本の施工において、1500  $\mu S$  を超える値は観測されなかった。しかし、ある施工時において、施工前(2020/7/1 8:00)の390  $\mu S$  (累計値)から施工終了時(2020/7/1 18:00)には862  $\mu S$  と比較的大きな変位が見られた。施工中(2020/7/1 11:00)には、10分間の最大変位量が431  $\mu S$  を観測した(表-2)。そこで、現地の溝壁の状態の確認、点検を行ったところ、作業床において前後それぞれ1cmの沈下と隆起が確認された(図-5)。今回の事象は、溝壁の崩壊も考えられるが、削孔機の足場の地質に弱部が存在し、削孔機の自重によって作業床が沈下したと考えられる。

作業床の沈下も削孔機転倒の危険があるため、溝壁の埋戻しを実施し、別の工法に変更を行い施工した。作業床の沈下に対しても、パイプひずみ計の観測によって早期に発見することができることを証明した。

また、降雨や削孔機の移動によっては、10分間の変位が瞬間的に500  $\mu S$  の警報値を超えることがあるため、溝壁や作業床に異常がない際でも警告のアラートが告知されることがあった。安全側の数値として500  $\mu S$  を設定していたが、今後判定評価の精度向上が課題である。

表-2 変位結果(経時・累計)

時刻	CH 6 (歪経時)	CH 6 (歪累積)
初期値	0	-62
2020/7/1 0:0	0	391
2020/7/1 2:0	1	390
2020/7/1 4:0	0	390
2020/7/1 6:0	0	390
2020/7/1 8:0	0	390
2020/7/1 10:0	-120	350
2020/7/1 11:0	-431	781
2020/7/1 12:0	72	709
2020/7/1 14:0	-94	856
2020/7/1 16:0	-359	845
2020/7/1 18:0	4	862
2020/7/1 20:0	1	860
2020/7/1 22:0	2	858
2020/7/2 0:0	1	857
2020/7/2 2:0	1	855
2020/7/2 4:0	3	852
2020/7/2 6:0	1	852

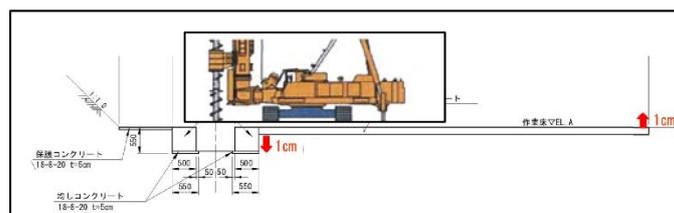


図-5 作業床変位概要図

### 5. まとめ

今回の施工では、パイプひずみ計設置箇所において溝壁崩壊が生じなかったため、溝壁崩壊を予測できたかどうかの判断は難しい。しかし、削孔機下部の沈下において、ひずみ計に数値の変化が見られ、危険を予測できたことは、溝壁崩壊の予測にも十分な効果が期待できる結果となった。

今後の課題としては、仮に溝壁崩壊が起きた際に、今回作成した退避マニュアルで対応が可能であるのかの検討と、削孔機の移動や降雨による瞬間的な変位(イレギュラー値)に対しての警報値の検討を行う必要がある。

### 参考資料

地すべり監視体制構築の手引き～地すべり地の安全・安心のための効率的な地すべり監視体制～(H23.8 農林水産省農村振興局農村環境課)

キーワード：地下ダム，パイプひずみ計，比抵抗二次元探査，ボーリング，溝壁崩壊，作業床，ガイドウォール，琉球石灰岩，