

平成23年度 建設技術発表会

火山地熱地帯での施工について (丸尾の滝橋)



南生建設(株)

丸尾の滝橋の特徴

- 丸尾の滝橋は、一般国道223号霧島市牧園町丸尾地区の急峻な山岳地形で長大斜面など危険箇所を回避するために計画された、橋長302mの橋梁です。この橋梁の架橋地区は丸尾温泉地区でも最も地熱が高く、強酸性土壌で高温蒸気や火山性ガスの噴出の恐れがあり、特にコンクリート構造物の品質、基礎の掘削時には安全対策が必要となります。その中で、丸尾の滝橋施工技術検討委員会の検討結果や助言・指導のもとで施工を進めて参りました。

丸尾の滝橋の構造概要

- 道路規格 第3種第2級
- 設計速度 $V=50\text{km/h}$
- 橋 長 302m
- 有効幅員 $11.0\sim 8.0\text{m(車道)}+3.5\text{m(歩道)}$
- 車 線 数 2車線
- 上部工形式 PC3径間連続曲線ラーメン箱桁橋+PC2径間連続曲線ラーメン箱桁橋
- 下部工形式 壁式橋脚、逆T式橋台
- 基礎形式 場所打杭基礎(A1)
深礎杭基礎(P1,P2,P3,P4,A2)

工事概要

- 工 事 名 : 道路改築工事(丸尾の滝橋P2橋脚)
道路改築工事(丸尾の滝橋P1橋脚)
道路改築工事(丸尾の滝橋A1橋台)
- 工 期 : 平成17年3月9日～平成19年1月16日
平成19年3月16日～平成21年5月26日
平成21年12月18日～平成24年3月6日
- 工事場所: 霧島市牧園町丸尾地内
- 発 注 者: 鹿児島県

工事場所



丸尾の滝橋現在の状況

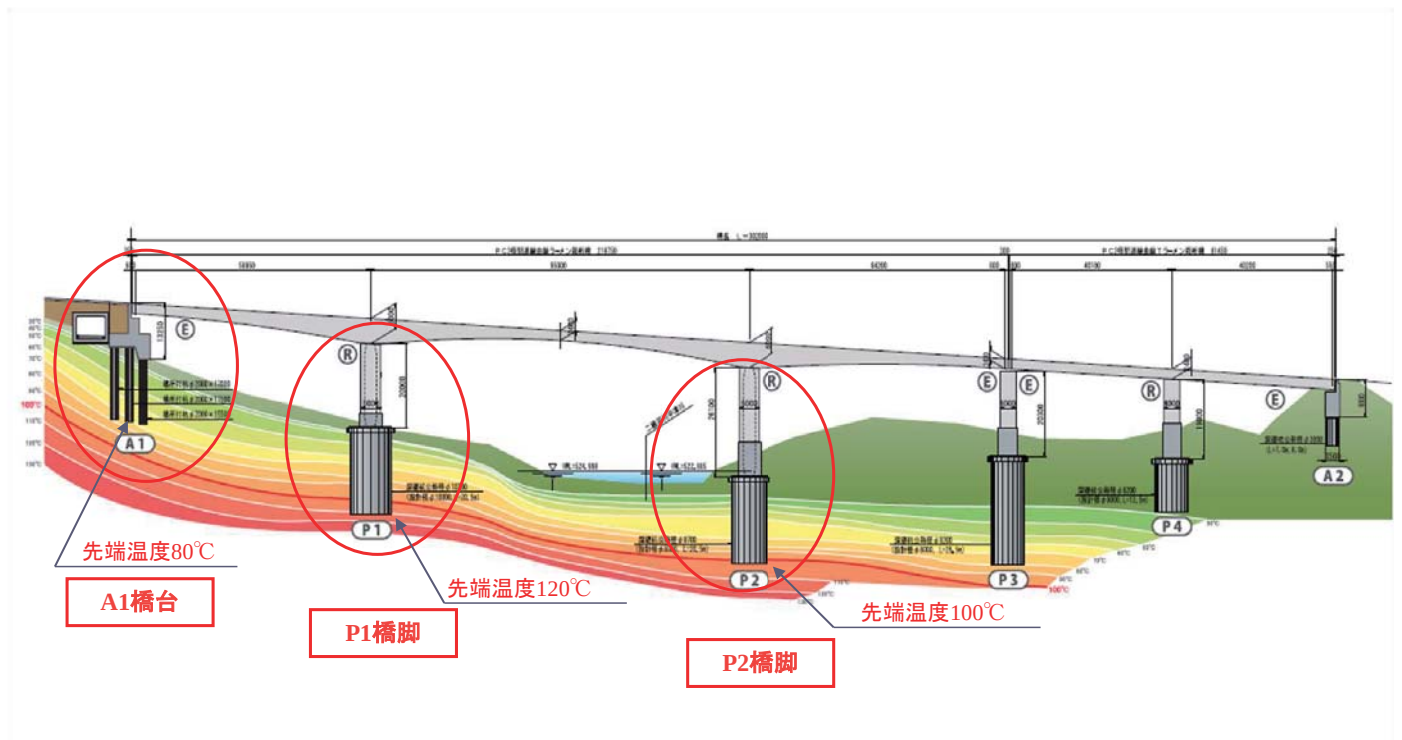


A1側から望む



A2側から望む

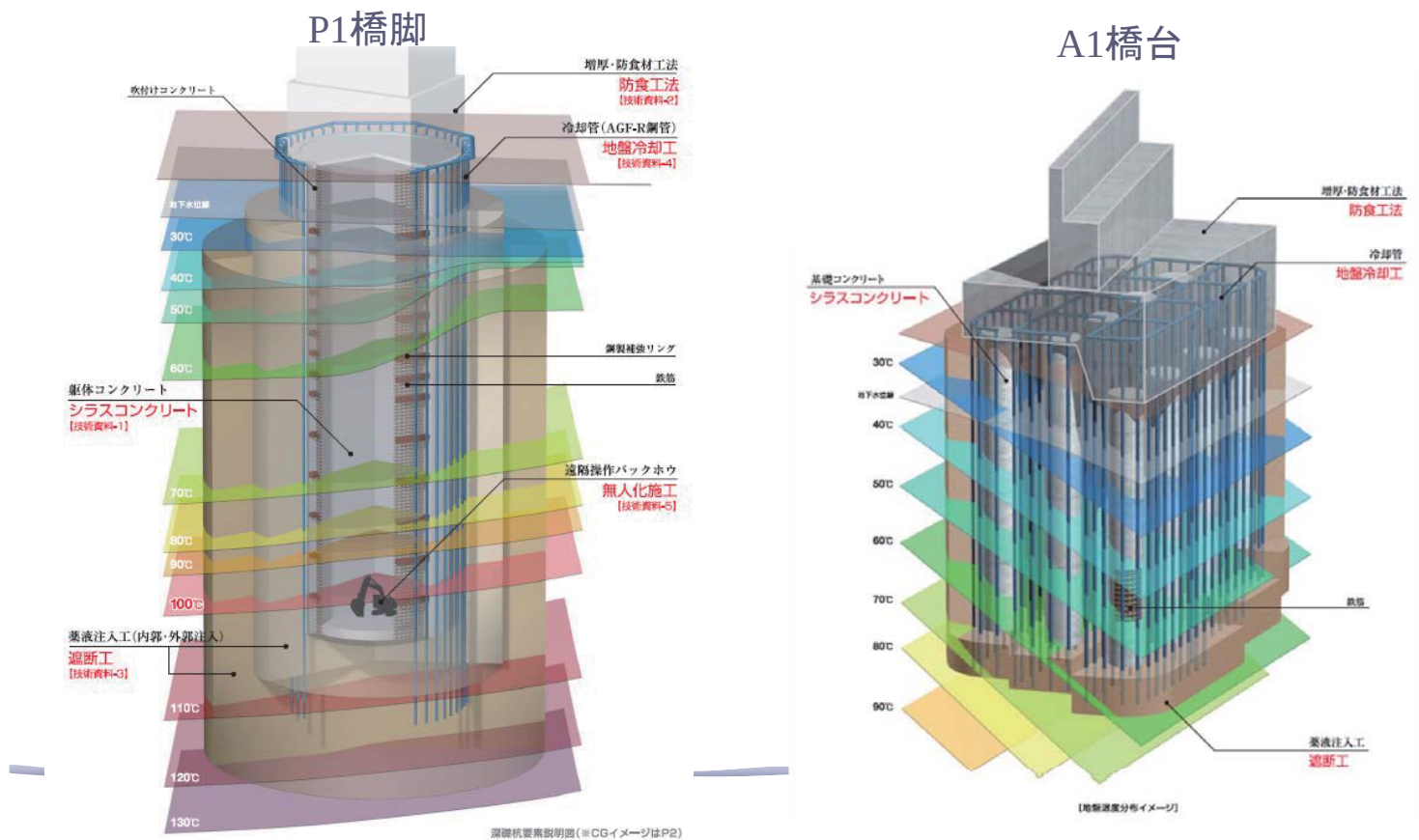
地盤温度分布図



基礎施工における対策

- 高温地熱への対策
 - 遮断工(薬液注入工)
 - 地盤冷却工
- 火山性ガスへの対策
 - 無人化施工
 - 送風機・排風機、エアラインマスク
- 腐食環境下での構造物の品質確保
 - シラスコンクリート
 - 防蝕工(増厚工+防蝕ランニング工法)
 - 計測機器の設置

基礎要素説明図



薬液注入工の施工前の突発的な状況



薬液注入工の施工

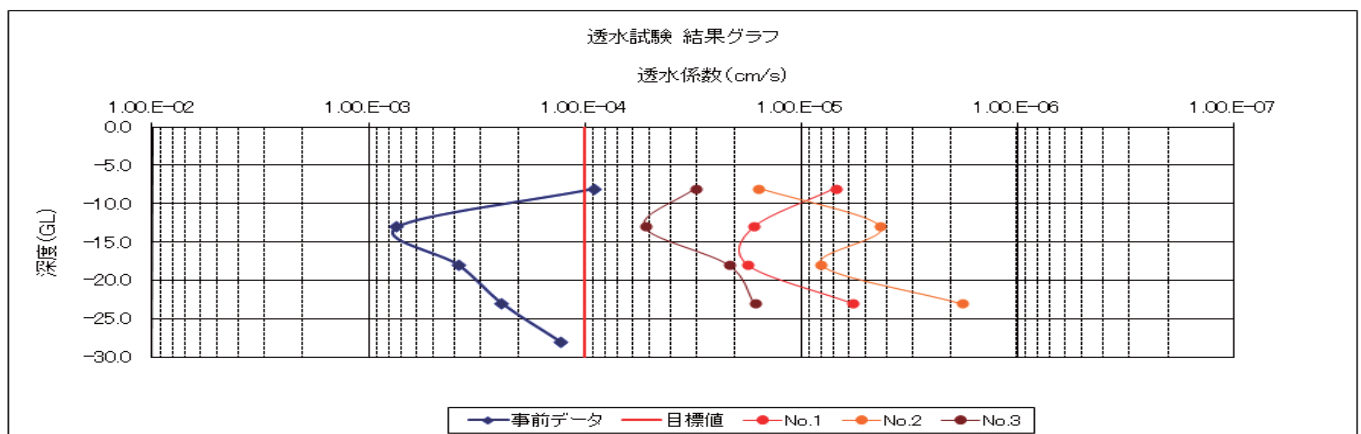


薬液注入工の施工結果

内郭3次注入後 現場透水試験 結果一覧表

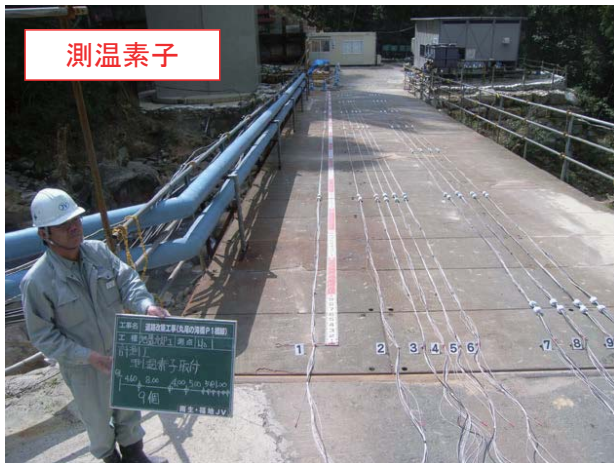
(単位: cm/s)

深 度 (m)	底盤部 事前データ	外周部 No.1	外周部 No.2	外周部 No.3	規格(目標)値
GL-3.00 ~ -8.0	9.12 E-05	6.94 E-06	1.57 E-05	3.05 E-05	9.99 E-05
GL-8.00 ~ -13.0	7.41 E-04	1.64 E-05	4.27 E-06	5.26 E-05	9.99 E-05
GL-13.00 ~ -18.0	3.83 E-04	1.75 E-05	8.06 E-06	2.14 E-05	9.99 E-05
GL-18.00 ~ -23.0	2.42 E-04	5.72 E-06	1.80 E-06	1.63 E-05	9.99 E-05
GL-23.00 ~ -28.0	1.30 E-04	-	-	-	



地盤冷却工計測設備

測温素子



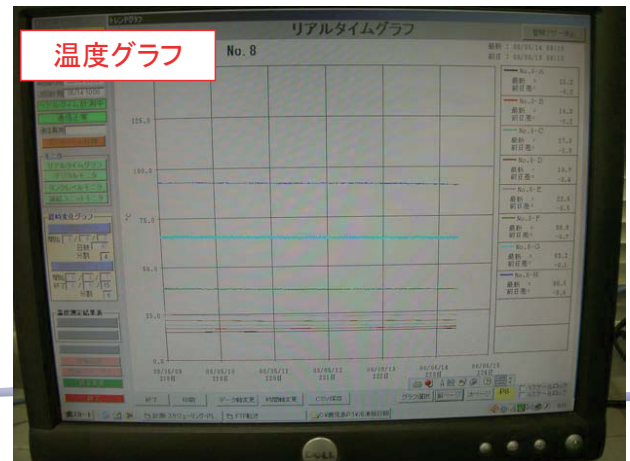
測温素子挿入



計測管理



温度グラフ



地盤冷却設備

外管(φ80)建込



内管(φ20)建込



冷却設備完成

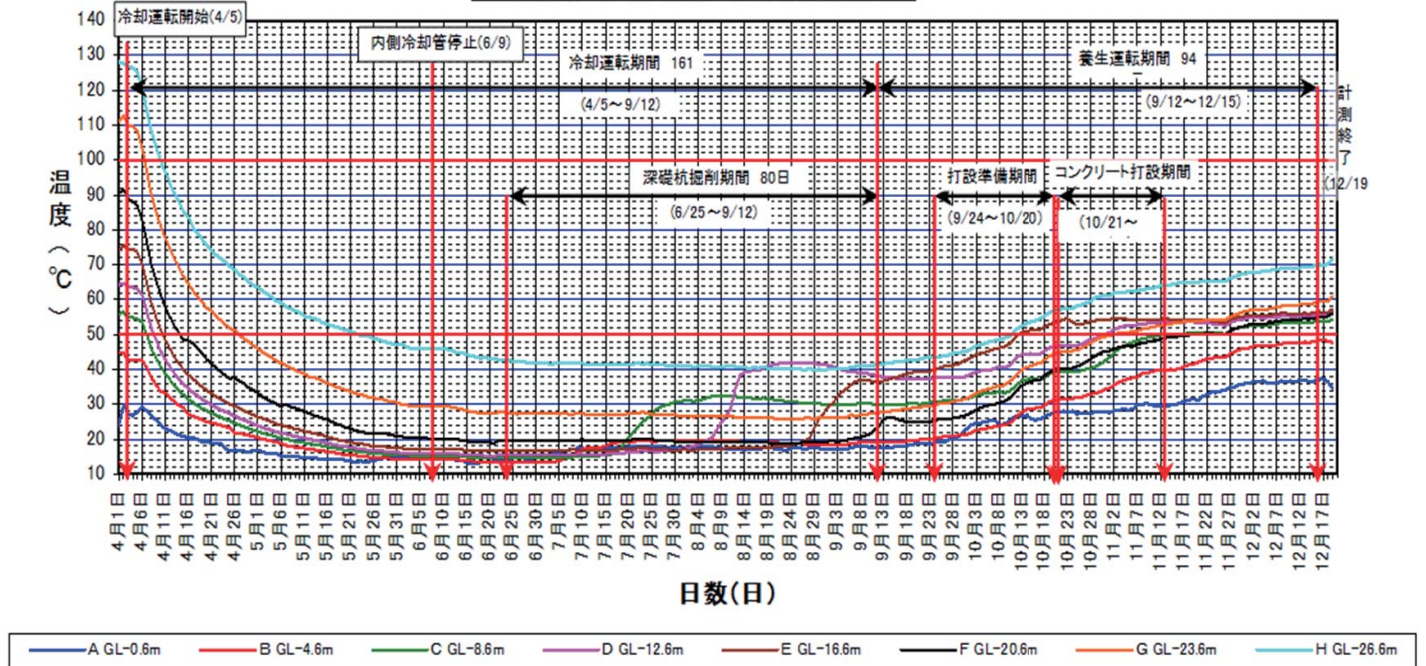


冷却設備完成



地盤冷却工地盤温度計測管理

No.7測温管地中温度変化グラフ



深礎工施工での安全対策



- 送風機
- 送気マスク
- ガス検知器
- 管理基準値



●ガス及び温度に関する管理基準●

管理項目	1次(有人)基準値	2次(無人)基準値	作業中止基準値
酸素(O ₂)	20%	19%	18%
硫化水素(H ₂ S)	5ppm	8ppm	10ppm
二酸化炭素(CO ₂)	1ppm	1ppm	2ppm
温度	30℃以下	30℃以下	30℃以下

●火災発生時の対応法●

火災の種類	対応法
1. 電気設備	① 電気設備の電源を遮断する。② 消火器で消火する。③ 消火できない場合は、消火器を呼び出す。④ 消火できない場合は、消火器を呼び出す。⑤ 消火できない場合は、消火器を呼び出す。
2. 油圧設備	① 油圧設備の電源を遮断する。② 消火器で消火する。③ 消火できない場合は、消火器を呼び出す。④ 消火できない場合は、消火器を呼び出す。⑤ 消火できない場合は、消火器を呼び出す。



緊急時救護対策

酸素呼吸器



耐熱服



耐熱服



製氷機



深礎工施工状況

掘削(無人化)

土砂掘削



ブレーカ掘削



深礎工施工状況

土留工吹付け(無人化)

一次吹付



二次吹付



入坑前の確認と実施状況

自動ガス検知器点検



ガス濃度測定



自動ガス検知器点検



保護具・入坑人員



深礎工施工状況

有人作業



救護訓練実施



シラスコンクリート

- 高温地熱と強酸性土壌での施工課題では、コンクリートの品質確保が大きな課題となります。そのため、本橋では、腐食性環境下におけるコンクリートの耐久性を研究し、多くの実験を行っている鹿児島大学での研究結果も参考に、**低熱ポルトランドセメントを使用したシラスコンクリートを日本で初めて道路橋基礎部に採用**されています。

シラスコンクリートの配合

使用材料

材料名	種 類	産地及びメーカー	物 性
セメント	低熱ポルトランドセメント	三菱マテリアル㈱	比重：3.24
細骨材	シラス	霧島市横川町	比重：2.20
粗骨材	砕 石	曽於郡財部町	比重：2.63 Gmax：40mm
高性能減水剤	チューポールHP-11	竹本油脂㈱	

使用配合

呼び強度	スランプ	空気量	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)				
N/mm ²	(cm)	(%)	(%)	(%)	単位水量	セメント	細骨材	粗骨材	高性能減水剤
30/40℃	10~11±1.5	4.5±1.5	50	33	198	396	461	119	3.665

シラスコンクリート打設



A1橋台基礎コンクリート

- A1橋台の基礎杭は、温泉腐食環境下における施工の確実性と基礎の品質確保のために遮断工と地盤冷却を併用し、φ2000のオールケーシング工法による場所打杭をドライ施工として計画している。また、場所打杭はコンクリートの締め固めが出来ないため「高流動シラスコンクリート」を使用する。

A1橋台基礎杭への「高流動シラスコンクリート」の適用については、予め鹿児島大学工学部、武若教授による指導のもと「実物大の杭供試体を使用した試験打設」により配合を決定している。

高流動シラスコンクリート試験打設



高流動シラスコンクリートの配合

使用材料

材料名	種 類	産地及びメーカー	物 性
セメント	低熱ホウライトセメント	三菱マテリアル㈱	比重：3.24
細骨材	シラス	霧島市横川町	比重：2.20
粗骨材	砕 石	曽於郡財部町	比重：2.63 Gmax：20mm
高性能減水剤	チューポールHP-11	竹本油脂㈱	

使用配合

呼び強度	スランプフロー	空気量	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)					
N/mm ²	(cm)	(%)	(%)	(%)	単位水量	セメント	シラス	砕石5-2.5	砕石2005	高性能減水剤
30/40℃	65±5.0	4.5±1.5	45	51	190	422	578	172	831	8.07

A1橋台基礎工(場所打杭)の施工



丸尾の滝橋完成イメージ

