

4. 考察

4.1. 温泉水の流れ、機構

【CSAMT 法による探査・解析結果】

低比抵抗部分（5～35ohm・m）は残丘ブロックの下の地表部から地下深度 400m の部分に集中する。低比抵抗部分は、一般的には、断層破碎帯等に地下水が豊富であったり、粘土分が多い場合に検出される傾向がある。しかし、本業務地における低比抵抗帯は、非常に低い比抵抗値を示すことと、既存の浅部温泉賦存層と一致していることから推定すると、キレツが発達した基盤岩中に、海水（塩水）の混入してきたことによるものと推定される。

このような塩水の進入は、B-B'断面で見た限りでは、北側の海から入り込み、南側に進入しているものと推定される。

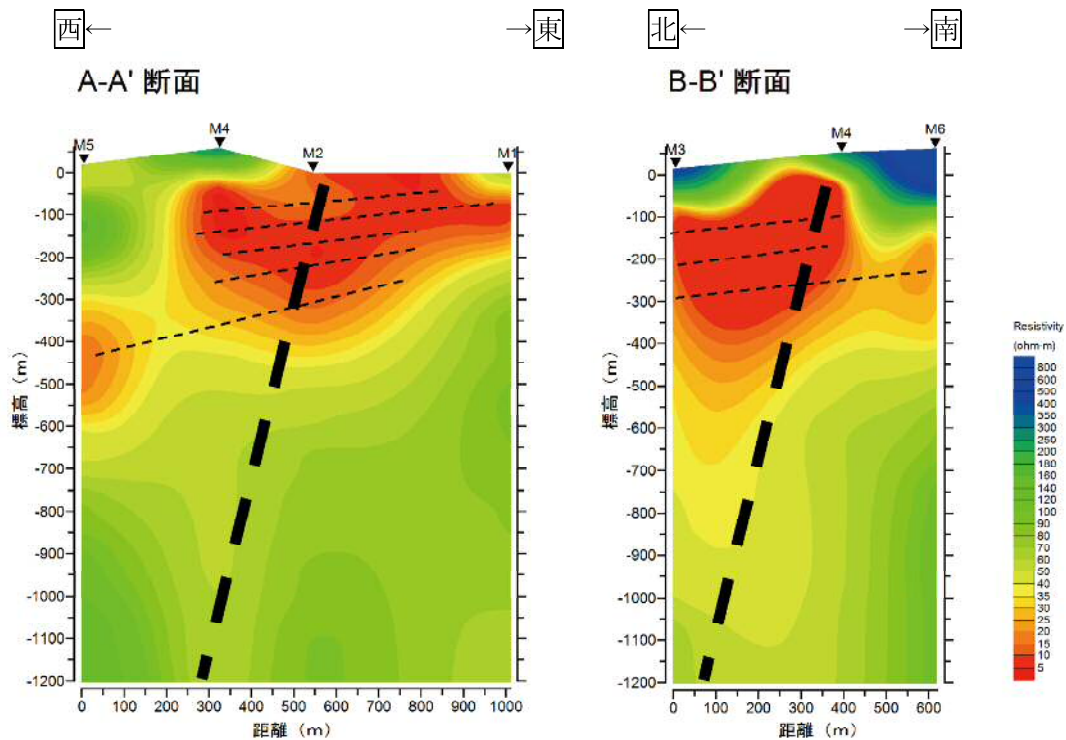


図- 4.1.1 解析比抵抗断面図の解釈による断裂系（破線で記入）の推定

温泉水は地化学探査結果から、かなり深い（3,000m）所に貯留されているとされる。大規模な断層に沿って上昇して、残丘ブロック中の断層群に沿って水平（西側）に移動し、最終的に比抵抗断面図で赤の部分（深度 100～350m）に再貯留されると考えた。

【阿久根温泉の胚胎層準】

阿久根港沖には南北方向、海岸線に平行な断層群が発達している。特に重力異常分布図からは断層（残丘ブロックの東側境界断層と仏像構造線（推定））に挟まれて地溝帯が形成されている。

図-4.1.2 は、阿久根市（2006）よりの抜粋である。ここでは、地溝の東側の断層に沿って、海水の混入した温泉水が上昇すると推定されている。

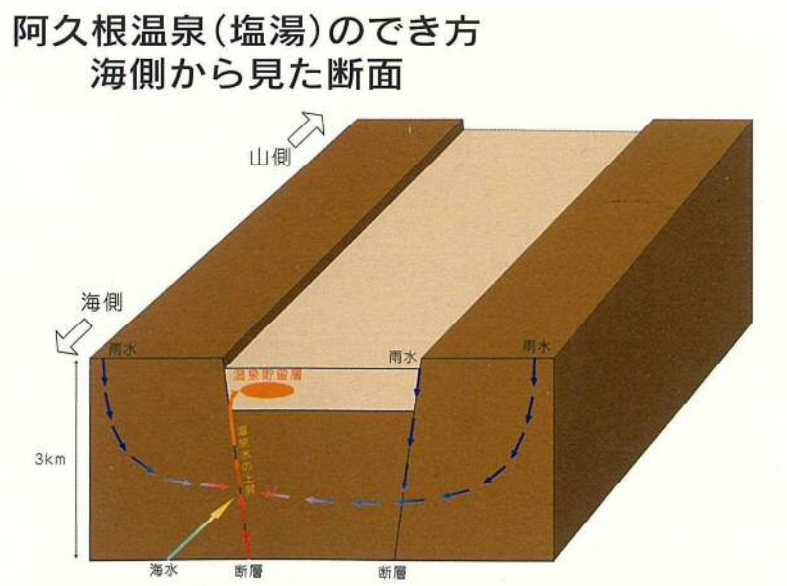


図- 4.1.2 温泉生成モデル図（阿久根市，2006 より抜粋）

この地溝帯は、深いところでは、地下深部数 100m まで到達している可能性があるとして推定される。さらに、地下 3,000m 付近に熱源としての花崗岩類ブロック、および地下 1,000m に炭酸水素イオンの供給源として、石灰岩ブロックが推定される。

【空气中の γ 線スペクトルによる探査・解析結果】

既存の阿久根温泉泉源は、ラドン・ラジウムが豊富に含まれることが以前より知られている（鹿児島県・鹿児島温泉研究会，1969）。今回の γ 線スペクトルによる探査・解析結果（**図-4.1.3**）と、阿久根温泉の既存泉源の分布（**図-4.1.4**）とを併せて考察すると、地表浅部では、西北西－東北東方向の断裂系に沿って、ラドン・ラジウムが上昇しているのかもしれない。

ラドン・ラジウムの経路となる浅部断裂系（推定：赤破線）

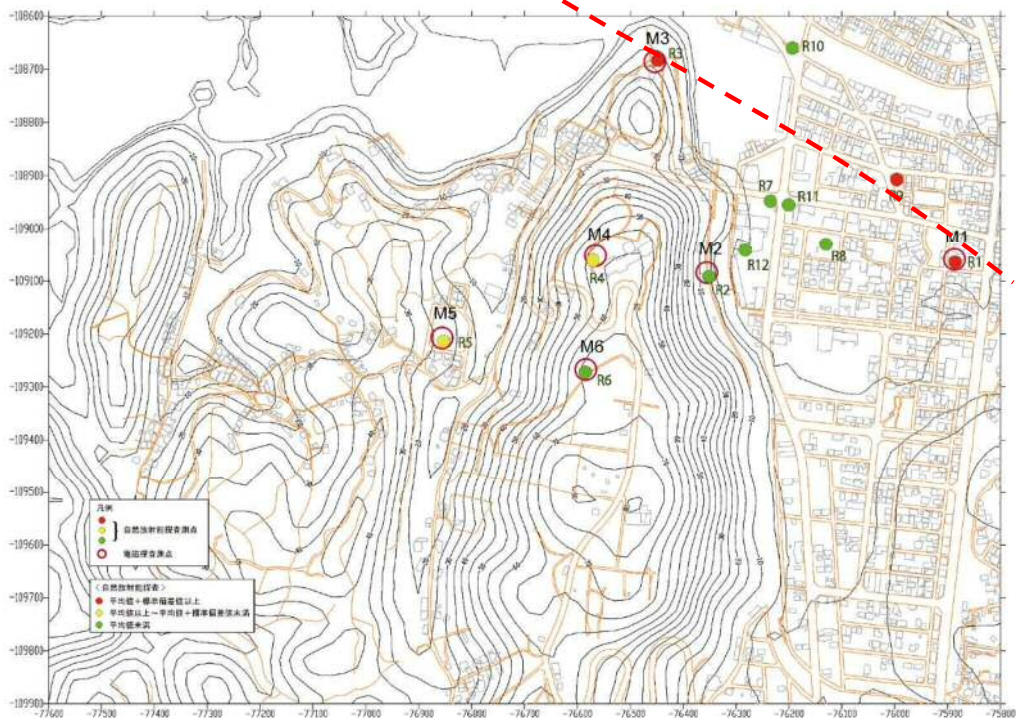
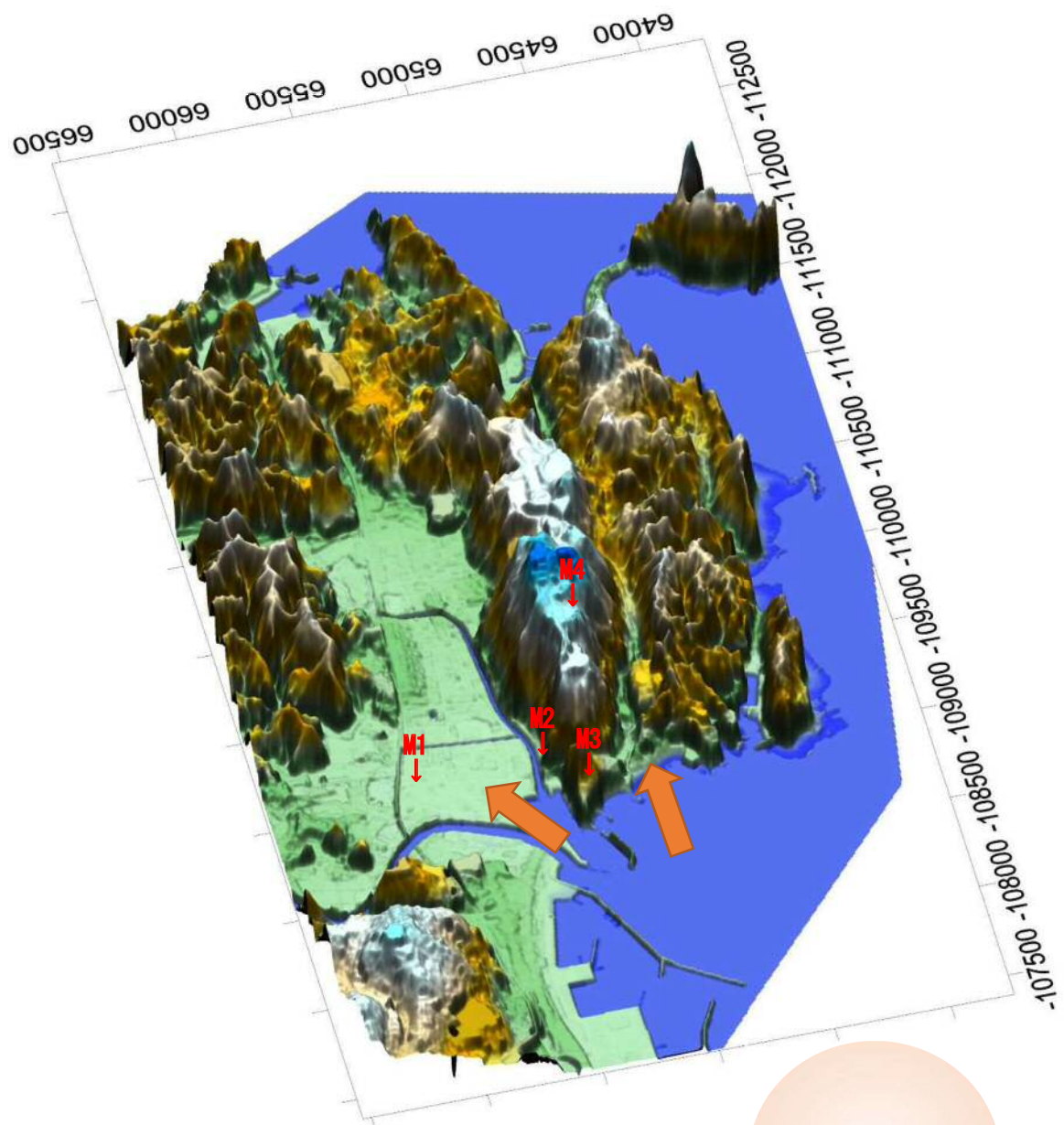
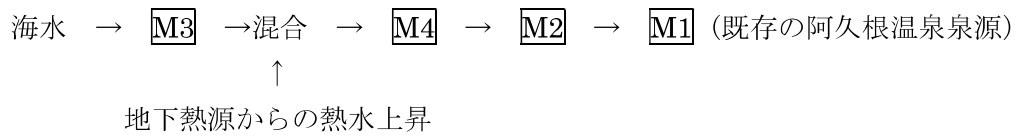


図- 4.1.3 γ 線スペクトル解析結果 (Bi/Tl 比) の解釈



図- 4.1.4 阿久根温泉の既存泉源分布（鹿児島県・鹿児島温泉研究会，1969）

塩水の進入は、既存の阿久根温泉泉源が高濃度の塩泉であることと併せて考察すると、海水からの寄与が大きいが、M3~M4 にかけて断裂系に沿って上昇してきた熱水との混合により、温泉水が形成されていると考えられる。



調査地北方
の地下熱源

【温泉湧出原理】

温泉水は地下最深部（3,000m）で加熱され、地表部近くの残丘ブロック中に発達する断層地溝帯の透成度の低い堆積物から浸水し、チャート残丘ブロック周りの境界断層中に貯留されるモデルを考えた。この塩湯からの湧出量は 21.4kg/s、温度は 35～44℃で阿久根市全体の温泉湧出量の 78%を占める。温度勾配は、温泉水の地化学分析の結果を踏まえ 130～140℃で深度は 3,000m と推定する。

地温勾配は、温泉水化学成分（海水と天水の混合比、特定元素（ナトリウム・カリウム）の混合比）より、0.04℃/m と推定されている。

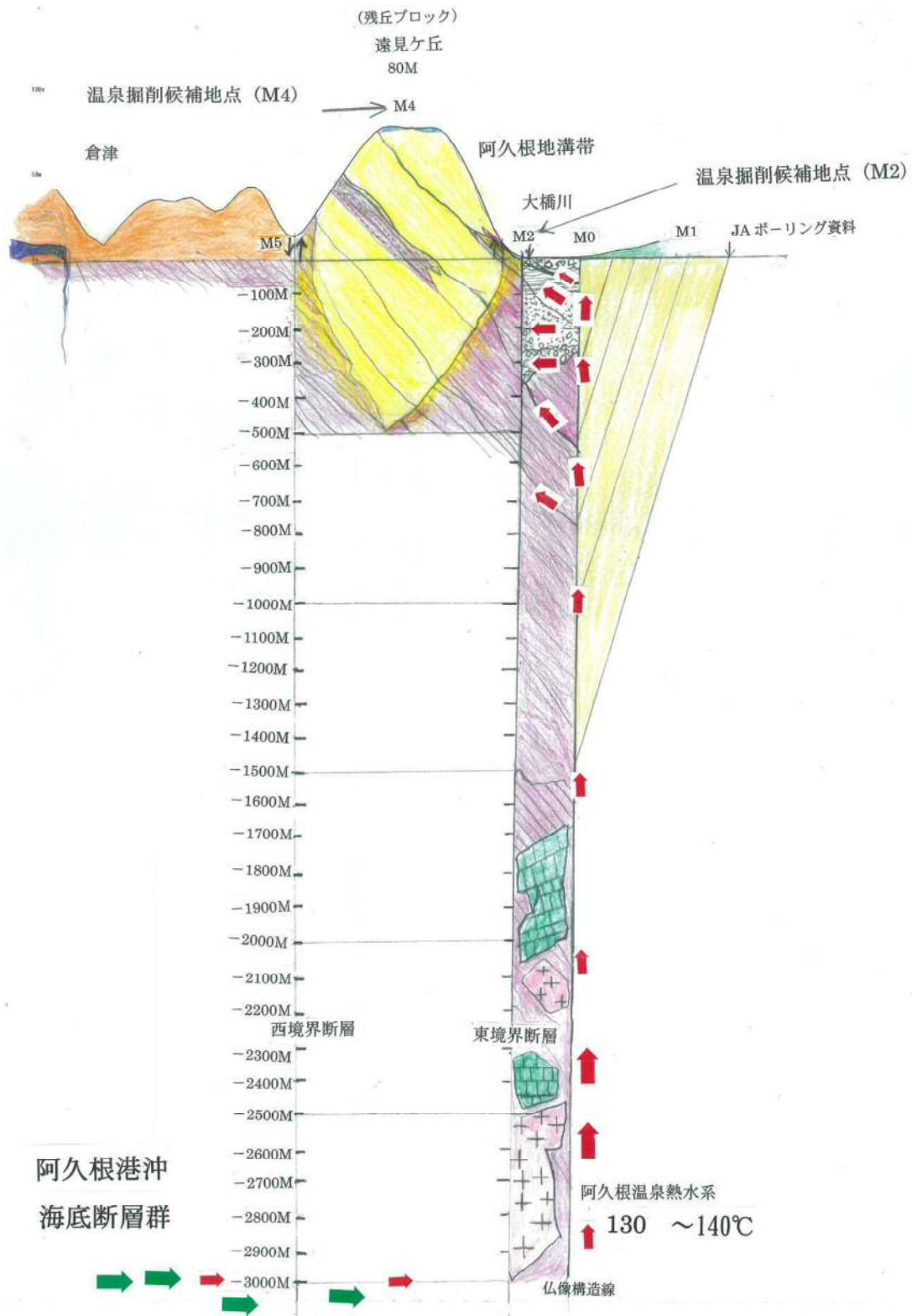


図- 4.1.6 阿久根地溝帯付近地質断面図及び温泉水の流れ

4.2. 温泉候補地の比較

温泉開発に必要な条件、およびこの条件に任意の重み係数をつけて点数で評価した候補地の優先順位が**表-4.2.1**である。優先順位が最も高いのはM2地点である。また、M1は既存井との距離が近いため開発が難しい。M4を次点として提案する。

表- 4.2.1 温泉開発条件を踏まえた開発順位

温泉掘削候補地点名	M1	M2	M3	M4	M5	M6	重み係数
断層の有無	近くに断層あり。	近くに断層あり。	近くに断層あり。	近くに断層あり。	近くに断層あり。	なし。	3
仏像構造線との関係	交差する。	交差する。	交差する。	交差しない。	交差しない。	交差しない。	2
掘削深度	150～200 m	350 m	100～150 m	50～350 m	450 m	200～400m	3
ボーリング作業の難易度	高い。	高い。	高い。	非常に高い。	高い。	非常に高い。	1
温泉水の化学的成分の特異性	塩化物泉	塩化物泉	塩化物泉	塩化物泉	塩化物泉	塩化物泉	1
泉温	高い。	高い。	高い。	低い。	低い。	低い。	1
温泉水の湧出量	多い。	多い。	多い。	多い。	多い。	少ない。	2
温泉施設建設の難易度	容易である。	容易である。	容易である。	非常に容易である。	容易である。	非常に容易である。	1
既存井との関係	既存井が近い	特になし	文化財が近い	特になし	特になし	特になし	1
候補地の比較点数	9	10	8	9	7	3	
優先順位	2	◎ 1	5	○ 3	4	6	

4.3. 掘削仕様の検討

図-4.3.1 は、前節で開発の可能性が高いと評価した M2 と M4 のさく井構造図である。掘削深度は物理探査結果を踏まえ、低比抵抗帯の底部付近で、海水起源の塩水と、熱水との混合が起きているとするモデルに基づき、400m を計画する。さく井上部は、塩泉と地表水の遮水（フルホールセメンチング）を行う。

工費は、岩質が硬質と予想されることと、塩泉が想定されるため、腐食に強いグラスファイバースケーシング管が適当と考えられることから、温泉ポンプも含め 8,000 万円超となっている。ただし、400m 程度掘削すれば確実性が向上すると考えられるため多めに見積もっているが、低比抵抗帯の中心は、深度 150～300m 付近にあることから、予算に応じて 300m 程度の掘削とすることも可能と考えられる。また、経済性向上のため、既存の温泉ポンプが活用可能かどうかの確認が望ましいと考えられる。

2 地点の経済性を比較すると、M4 では硬質のチャートが想定されるため、主に岩質の差異により、M2 が経済性に優れている。一方で、竣工後の維持管理費は M4 が低く抑えられる。

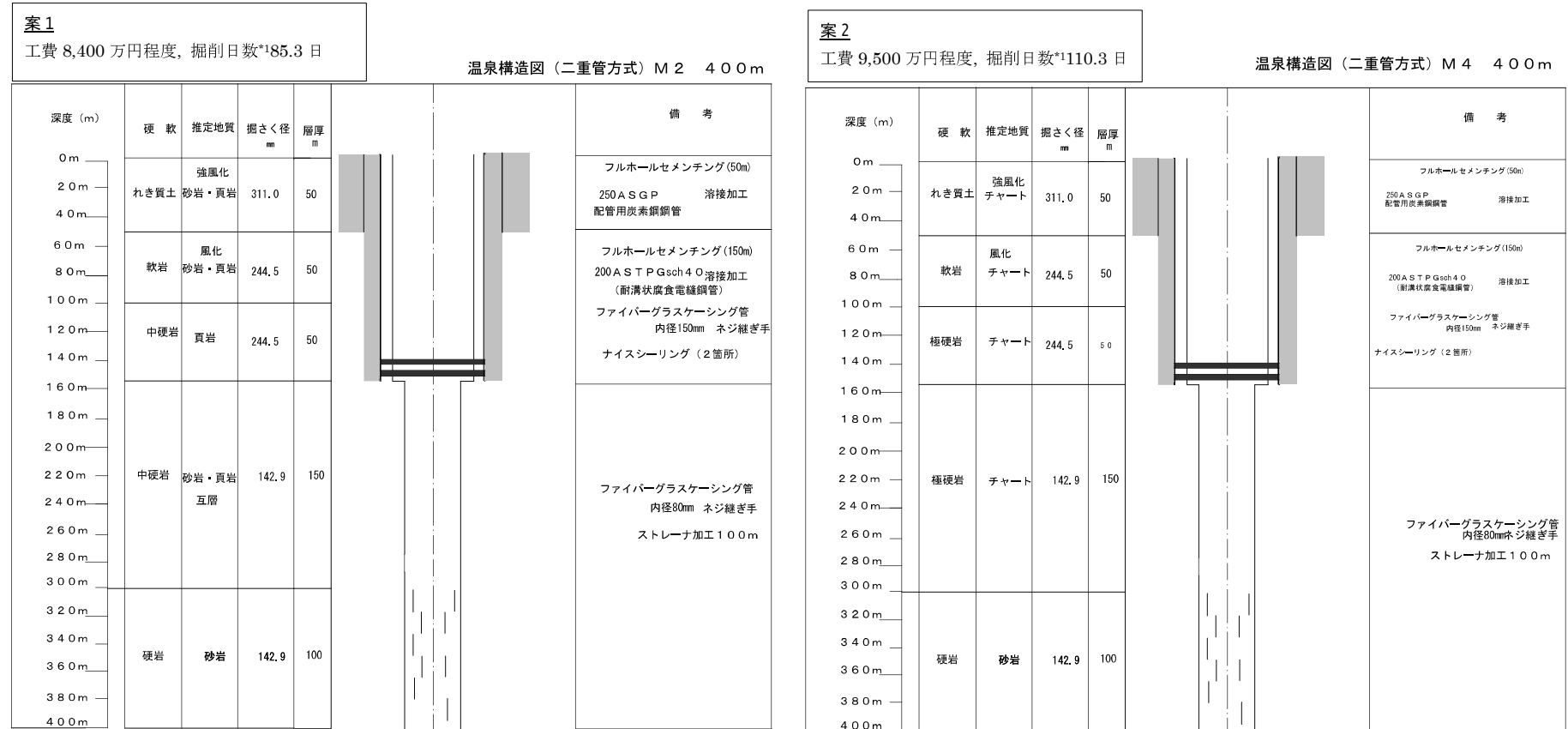


図- 4.3.1 提案する 2 点のさく井構造図

※地すべり等防止法 第 18 条により、県との協議が必要

*1 掘削日数は積算上の実掘削日数である