

養浜砂の敷設が砂浜地下水流に与える影響についての数値解析

鹿児島大学工学部海洋土木工学科 学生員 ○壹岐 圭太

鹿児島大学 理工学域 工系 正会員 浅野 敏之

1. はじめに

指宿港太平次公園から大山崎までの延長約 1.8km の区間に対して、平成 26 年度から指宿港直轄海岸保全施設整備事業が実施されている。現地では、侵食対策として離岸堤・突堤に養浜を組み合わせた面的防御方式の海岸保全施設が設置される計画である。年間 400 万人の観光客が訪れる指宿市は、天然砂蒸し温泉が重要な観光資源となっている。養浜を実施した場合、現在の温泉の湧出する砂浜周辺に前出しされた形で大量の砂が敷設されるので、現地の温泉地下水に影響を及ぼす可能性がある。

現地の地下温泉水流は、平成 6 年に実施した現地調査から、沖積層を通る表層流とその下のシラス層を通る高温流層、さらにその下の深層熱水の複雑な流れで構成されると推察されている(図-1)。本研究は、現状の砂浜に養浜砂を敷設による地下水流の変化を簡明な形で考察したものである。砂層内の流れを単相不圧地下水流と単純化し、水温を考慮しない数値解析を実施した。



写真 -1 指宿港海岸

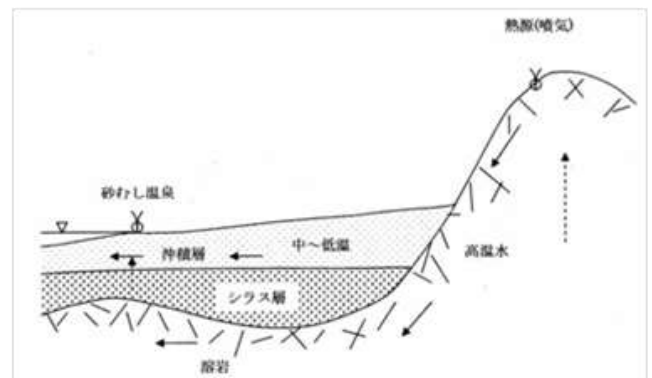


図-1 温泉線脈分布の概念図(指宿市, 1994)

2. 数値解析の方法

帯水層が等方均質で不透水基盤が水平である場合の平面 2 次元不圧地下水の支配方程式は次式となる。

$$S_y \frac{\partial h'}{\partial t} = k h_0 \left\{ \frac{\partial^2 h'}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h'}{\partial y^2} \right\} \quad (1)$$

ここに、 S_y は比産出率(=有効間隙率)、 k は飽和透水係数、 h_0 は地下水位の平均値、 h' は地下水位の変動量である。

計算対象は図-2 に示すように、中央部海浜を挟んで両端を 45m 沖出しした養浜斜面で構成される海浜とする。中央で線対称となるため、数値計算領域は下側半面の $x=0 \sim 200\text{m}$ 、 $y=0 \sim 225\text{m}$ を対象とした。 $\Delta x = \Delta y = 1\text{m}$ とし、 $\Delta t = 0.005\text{day} = 432\text{s}$ とした。透水係数 k は陸上部をシラスとし $k = 4.46 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ 、養浜を含む砂浜部に対して $k = 1.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ とした。比産出率 S_y は 0.4 とした。差分スキームは ADI 法を採用した。

境界条件は図-2 の左側端で、 $h_b = 7\text{m}$ の定水位条件を与えた場合 (Case-1) と、 $Q = u h_b = k I h_b$ (I は初期動水勾配) の定流量条件を与えた場合 (Case-2) の 2 ケースを考えた。汀線では潮位変動を考慮せず、 $h = 5\text{m}$ の一定値を与えた。

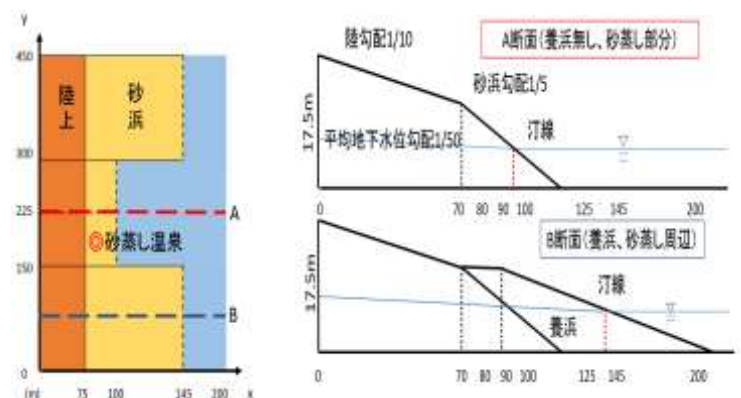


図-2 計算対象

3. 数値計算結果

(1) 定水位境界条件の結果

図-3 は地下水位 h の平面分布を 0.2m ごとに色分けして示したものである。養浜部($y=0\sim150\text{m}$)と養浜を実施しない砂蒸し温泉部分($y=150\sim225\text{m}$)で地下水位に段差が生じていることがわかる。この地下水位勾配により境界部では図の右から左への流れが生じることになる。図-4 は地下水位の断面分布を示したものである。パラメータは時間で初期条件から約 5 時間後までの計算を示している。 $y=75\text{m}$ の養浜部では地下水位の変動がほとんど見られないのに対し、 $y=151\text{m}$ における養浜部と砂蒸し温泉部の境界では、特に透水係数がシラスから砂に変化する $x=70\text{m}$ 付近で、水位が時間の経過とともに初期動水勾配より高くなることわかる。

(2) 定流量境界条件の結果

図-5 は陸側境界で一定流量 Q を与えた場合の地下水位の平面分布を示したものである。全体に低水位条件を仮定した図-3 と大差の無い結果であるが、 x の小さい図の下端付近では大きく異なる。図-6 上段は養浜部の、下段は養浜部と砂蒸し温泉部の境界付近での、地下水位の断面分布を示したものである。両者とも、左側境界付近で地下水位 h が時間とともに急激に上昇する結果となっている。一般に養浜砂を敷設して浜を前出しすると、全体的な動水勾配 I は小さくなるから、 $Q=klh=\text{Const.}$ より h が増加すると考えられるが、今後の検討が必要である。

図-7 は地下水流の流速ベクトルの平面分布を示したものであり、 $y=150\text{m}$ 付近の養浜部と砂蒸し温泉部の境界では、両者を出入りする複雑な流れが形成されていることがわかる。

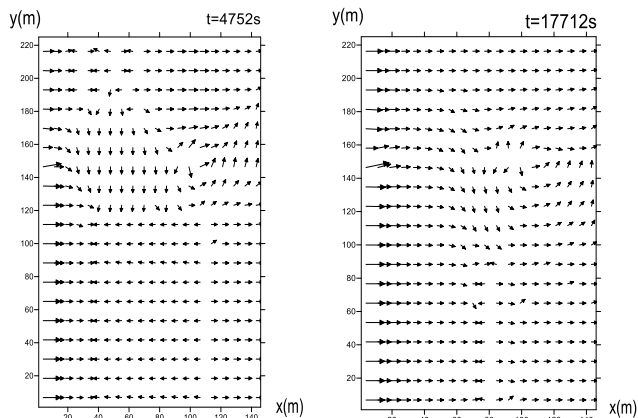


図-7 地下水流の流速ベクトルの平面分布(Case-2)

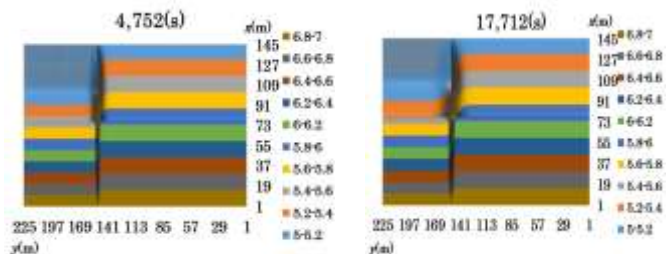


図-3 地下水位の平面分布(Case-1)

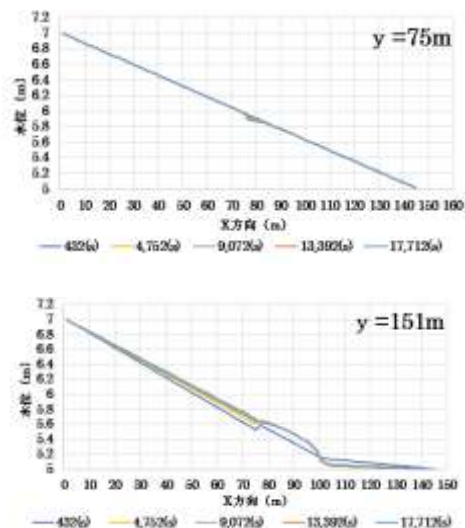


図-4 地下水位の断面分布(Case-1)

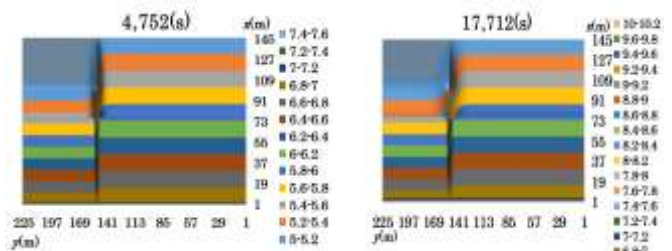


図-5 地下水位の平面分布(Case-2)

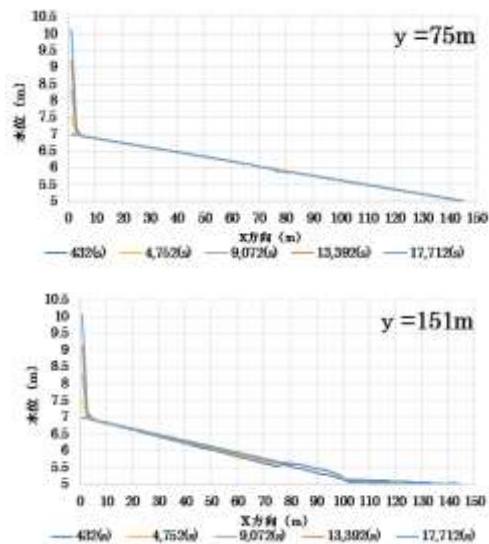


図-6 地下水位の断面分布(Case-2)