

北大東島幕内地区における現況排水解析について

Research for Current Drainage Analysis in MAKUUCHI-CHIKU, KITADAITOUJIMA ISLAND

島袋 進*・宮城 敬*・松井 隆昌**

SHIMABUKURO Susumu・MIYAGI Takashi*・MATSUI Takamasa**

1. はじめに

幕内地区とは、北大東島の中央盆状低地一帯を指しており、近年、特に毎年の台風や梅雨時に湛水による被害を受けている。地区の排水は主に3ヶ所のドリーネに排除されるが、排水能力が十分でない。従って、対策の立案に向けて、現況の排水解析を行うこととした。

2. 排水の概要

(1) 排水状況

地下浸透以外の地表流出水は、排水路、池沼を経由して各ドリーネに集まり、そこで排除が行われている。現在、確認されている主なドリーネは中野、大池、屏風岩の3ヶ所である。

(2) 湛水被害状況

近年の湛水被害は、平成6年5月27日の大雨による、床上浸水7戸、床下浸水15戸、畑の冠水49haが最も大きい。この時の降雨量は、日雨量最大249.0mmで、この値は日では1/20年確立雨量に相当し、2日連続では、1/8年確立雨量、3日連続では、1/4年確立雨量に相当する。

3. 流出・排水解析手法

当該地区は、島の中央凹地内に位置し、地形上閉じた水系を形成している。排水能力がドリーネ水位と各排水ブロックの湛水位に関係するため、地表の湛水・排水解析と、地下水の水位変動解析を連動させたモデルを作る必要がある。地下水位の変動は、地下水流動モデルにより解析し、地表の湛水・排水は遊水池モデル（連続貯水池モデル）により解析した（図-1参照）。但し、下記の地下水に関する式は概念を示すものであり、淡水レンズ厚さが変動時に大きく変化しないと仮定した場合である。

連続貯水池モデル

$$\frac{dZ_i}{dt} = \frac{1}{A(Z_i)} (I_i - \sum_{j=1}^N Q_{ij})$$

Z_i : 湛水位、 t : 時間、 A : 湛水面積 (Z の関数で与えられる)
 I_i : i ブロックへの流入量 = 降雨による地区内流出量
 Q_{ij} : i ブロックから j ブロックへの流出量
(流出の場合は正、流入の場合は負とする)

地下水流動モデル

$$-\frac{hf}{t} = -\left[mf + ms \left\{ \frac{\partial^2 hf}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 hf}{\partial y^2} \right\} - ms \frac{1}{1+\alpha} \left\{ \frac{\partial^2 (hf - hs)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 (hf - hs)}{\partial y^2} \right\} \right] + \frac{R}{t}$$

hf : 地下水面 (淡水レンズ上面) の高さ (基準面からの高さ)
 hs : 海水面 (淡水レンズ下面) の高さ
 t : 時間、 k : 透水係数、 α : 貯留係数 (有効空隙率: 不圧時)
 mf : 淡水の厚さ、 ms : 海水の厚さ

$$= \frac{s - f}{f} \quad f: \text{淡水の密度、} \quad s: \text{海水の密度}$$

R : 降水等からの涵養量

所属: *沖縄県南部農林土木事務所 Nanbu Agriculture Civil Engineering Office Okinawa Pref.

** (株)三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc. キーワード: 地下水流動モデル、連続貯水池モデル

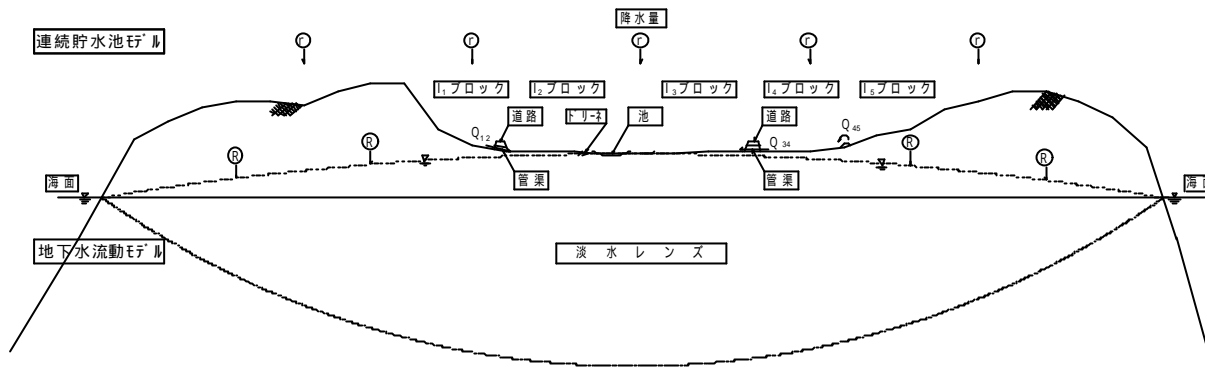


図 - 11 排水解析概念図

4. 観測水位に基づく地下帯水層

1990年から大池の水位が観測されており、その値を用いて次の方法で地下帯水層の水力定数を決定した。

(1) ドリーネ入り口平均水位の再現

涵養量 (R) を1996年の平均降水量から蒸発散量と地表流出量を引いた値で推定した。1996年における大池の年間平均水位を定常状態の地下水位とみなし、これを再現できる透水係数 (k) を定常解析により試行的に求めた。

(2) ドリーネ入り口水位変動の再現

他地区事例より有効空隙率 (貯留係数) () を決定した。1996年7月の大池の水位変動を再現できる帯水層下面高 (hg) を非定常解析により試行的に求めた。計算の結果、北大東島の帯水層を均質と仮定した場合の、帯水層の水力定数は表 - 1のとおりである。帯水層下面高-1,100mという値は、異様に大きいですが、実際には透水度の大きい部分 (パイプフロー) があるためと考えられる。水理解析モデルにおいては、 R/k と $k \cdot hg/$ の値が有意であることからそのままの値を採用した。

名称	定数
淡水の密度	1.000 g/cm ³
海水の密度	1.025 g/cm ³
透水係数	1.2*10 ⁻¹ cm/s
有効空隙率	10%
帯水層下面高	-1,100 m

表 - 1 地下帯水層の水力定数

5. 現況排水解析 (湛水被害状況の再現)

(1) 計算方法

排水系統は17ブロックに分割し、ブロック間を水路、暗渠、越流堰 (道路) 等で連結した。湛水位、湛水面積は、水位 ~ 面積 ~ 貯水量曲線から計算した。地表流出量は流量観測を行っていないことから、特性曲線法を用いた。降雨は平成6年5月27日 ~ 29日の3日連続雨量を使用した。

(2) 計算結果

計算結果は、1,2,11,12,13,14,15ブロックにおいて、0.3m ~ 1.3mの湛水が見られた。また、同結果は、平成6年5月27日の湛水被害状況をおおむね再現している。

6. おわりに

地区の排水解析モデルを作成することができた。今後は当モデルを使用し、排水対策を検討していきたい。対策としては、池沼を集水地として整備し、これらを結ぶ水路を新設または改修する。ポンプによる強制排除、部分的にはほ場を嵩上げする等が考えられる。

