

長崎県野母崎町樺島地下ダムの地下水変動解析

長崎大学工学部	学	○濱崎正一
長崎大学工学部	正	棚橋由彦
野母崎町役場	正	荒木熊春

1. はじめに

1994年の全国的な大渇水は、長崎県においても例外ではなく、長崎市、佐世保市をはじめ多くの市町村で給水制限を強いられている(1995.1.24現在)。そこで最初に、それらの中でも水事情が厳しい地域で、かつ従来型ダムの建設や、ダムからの送水などが困難な地域(離島など)を抽出し、その地形、地質情報を収集する。次いで、収集情報から地下ダム適地の選定を行い、地下ダム設置効果の解析を行う。本報告は、上記研究目的のための第一段階として、地下水変動解析のケーススタディとして、日本初の地下ダム(グラウト壁)である長崎県野母崎町樺島地下ダムを採り上げたのでここに報告する。

2. FEM解析

2.1 解析方法

飽和-不飽和準三次元浸透解析¹⁾を用いて、降雨の浸透、揚水に伴う、地下ダムの地下水変動を解析する。その支配方程式は、三次元地盤内を流れる浸透に関して、鉛直方向の流れの成分が微小であるとして無視するDuquit-Fohheimerの仮定を用いて、ダルシーの運動方程式と連続の式より導かれた非定常偏微分方程式である。

2.2 解析対象地域の概要

対象地下ダムの規模²⁾は、集水面積 0.584km^2 、総貯水量 $20,000\text{m}^3$ 、日取水量 300m^3 であり、面積 2.21km^2 の島中にある。対象地域の要素を、節点332、要素361に分割する(図-1)。降雨浸透領域は、山地部において、浸透能0.5としている。図-1中に記すA-A'測線の鉛直土層断面は図-2に、また平地横断土層断面はV字型にシミュレートしている²⁾。なお、主な滞水層は結晶片岩である。境界条件は、海岸において地下水位が常時T.P.±0mであるとし、また、山地部の境界(分水嶺)は不透水境界とした。解析期間は、地下ダム改良後の昭和55年6月から昭和56年9月である。揚水量は、年間を通じほぼ定常量揚水されているため、取水井1,2,3,4号をそれぞれその期間の平均揚水量、 $0,111,144,69\text{m}^3/\text{day}$ とした。また、解析に用いた諸定数³⁾は表-1に示す。

3. 解析結果

図-3～5に、解析の結果を示す。ただし、図-3中の降雨量は、長崎県野母崎町樺島浄水場の観測値である。

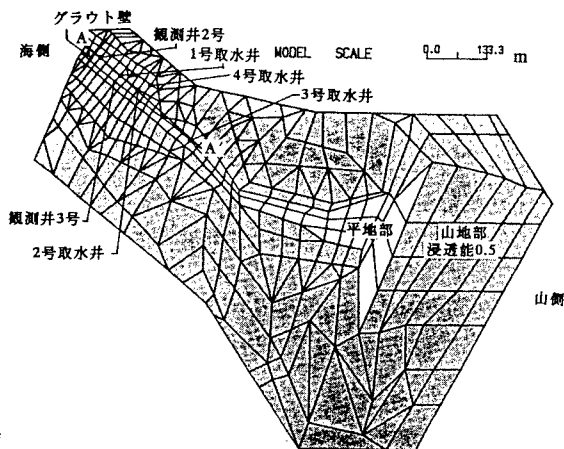


図-1 要素図

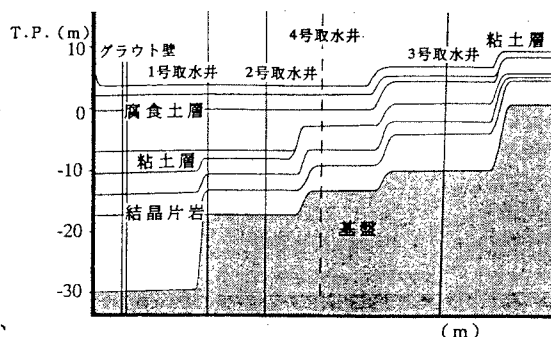


図-2 鉛直土層断面分布図(A-A'測線)

3. 1 観測値との比較

図-3に、観測井2、3号の被圧地下水の実測値と解析値を示す。なお図中には、解析対象期間の入力降雨を图示している。解析値は、実測でみられる小雨期の漸減傾向、多雨期の回復傾向をほぼ捉えている。なお、実測にみられる昭和55年12月から翌年4月にかけての急激な水位低下と回復は、地下ダム内の海水の強制引抜きを行うため、底部までの揚水を必要としたためである。

3. 2 地下ダムの効果判定

図-4は、地下ダムの効果判定のため、地下ダムの無い場合も解析し、地下ダムの有無による、被圧地下水位の変動結果を示したものである。解析初期を除いて、地下ダム有の場合、常時、無の場合より水位が約4m高く、ダム壁の透水係数が $3.5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ にもかかわらず(表-1参照)、地下ダム設置効果は明らかである。図-5には、一例として地下ダム有の昭和55年8月の流速分布を示した。各取水井に流速ベクトルが集中し揚水状況を的確に捉えている。

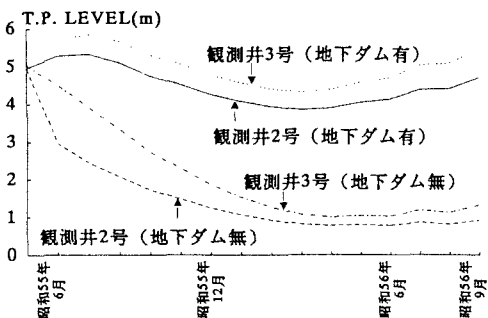


図-4 地下水の経時的変化(地下ダム効果)

4. まとめ

本解析では、原稿締切時点で、海水引抜きに関する詳細な情報が十分把握できず、それを考慮した解析を行うに至らなかった。今後、海水引抜きに関する詳細な情報を収集し、シミュレーション計算を行う予定である。いずれにしろ、樺島地下ダムをケーススタディーとして、地下ダムの水位変動解析と効果判定によりその有用性が確認できたので、今後、当初の目的に沿って研究を進めていく所存である。末筆ながら、PC-GWAPを提供頂いた、岡山大学工学部西垣誠教授に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 赤井浩一、大西有三、西垣誠：有限要素法による飽和-不飽和浸透流の解析、土木学会論文報告集、第264号、pp.87-97、1977
- 2) 建設省 長崎県野母崎町：野母崎地下ダム概要、8p.1982
- 3) 建設省土木研究所河川部水文研究室：野母崎地下ダム実用化調査-本編-、土木研究所資料No.1756、1982

表-1 計算に用いた諸定数

	透水係数(cm/s)	比貯留係数
グラウト壁(止水壁)	3.5×10^{-8}	0.00
上部粘土層	$1.0 \times 10^{-7} *$	0.12 *
腐植土層(II)	2.3×10^{-8}	0.02
腐植土層(I)	3.8×10^{-8}	0.02
下部粘土層	$1.0 \times 10^{-7} *$	0.12 *
レキ混じり粘土層	2.1×10^{-4}	0.15
結晶片岩		
(強風化部:粘土化帯)	4.8×10^{-8}	0.2 *
結晶片岩		
(赤褐色の割目発達)	7.3×10^{-4}	0.3 *

*印の値は入手できなかったため一般的な値を与えた。

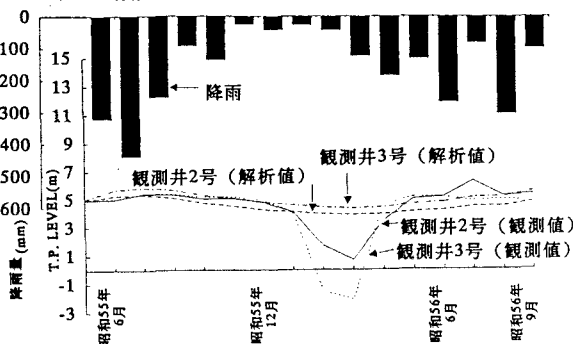


図-3 地下水の経時的変化(観測値との比較)

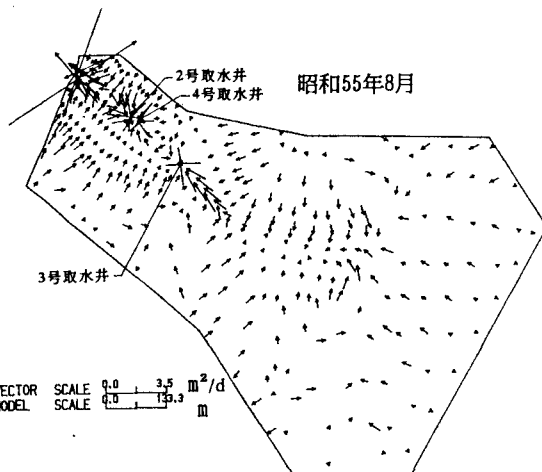


図-5 流速分布図(地下ダム有)