II-282 地下タンク設置に伴う淡塩地下水変化の検討

(財)電力中央研究所　正員　○田中伸和，安芸周一

(1).はじめに

現在，燃料貯蔵に関連して岩盤内の地下水場に無巻き立ての燃料貯蔵用タンクを設置し，タンク内への地下水浸透により油漏等を防御する「水封式燃料地下貯蔵方式」が考えられている。すなわち，タンクを地下水位以深に設置し，タンク内圧を地下水圧より低く保つことによりタンク内へ地下水を湧水させ，これによってタンク内に貯蔵される原油等の岩盤内への油浸を抑えることが，この方式の最大の特徴である。なお，タンク内への湧水は揚水後ろ過し排水される。しかし，タンク内への湧水に伴い地下水位の低下が生じることが考えられる。とくに，タンクは貯蔵の便利さから海岸線付近に設置されるため，タンクを設置し地下水を揚水するために生じる既往の地下水位の変化や塩水の浸入が考えられる。したがって，ここでは，水封式燃料地下貯蔵に伴う地下水変化をこれまで示してきた解析手法[1,2]にもとづき，具体的な地形を想定して検討を行なった。

(2).基本式と解析条件

地下タンクの設置位置や地形を考慮すれば，地下水が鉛直2次元的に流動すると考えられる代表的断面を設定することができる。とくに，海上の孤島の地下水場に対する水収支の概要とその解析に用いる基本式と境界条件を図-1に示す。

すなわち，雨水は河川，湖沼，あるいは海へ流出し，その残余分は地下水への涵養として地中へ浸透し，海水の上にレンズ状の淡水層として貯留されているであろう。そのため，この淡水を地下タンクから揚水すれば，既往の地下水位は変化し，また塩水の浸入が生じるものと考えられる。このような地下水場の解析に当っては，淡水と塩水とが混合・拡散しないと仮定すれば，図に示した基本式と境界条件により，地下水の変化を求めることができよう。

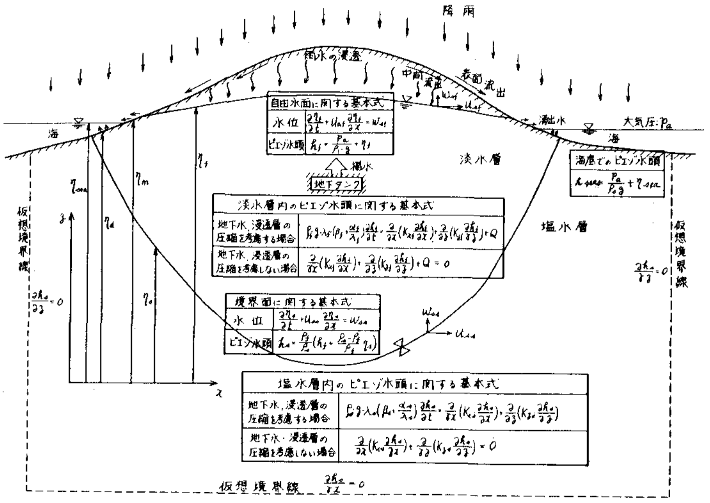

図-1　淡塩地下密度場内における概要図

(3) 解析結果

まず，地下タンクを設置する前の地下水場を設定するに当り，地表面からの雨水の涵養を与えて定常状態まで計算を実施することにした。その結果，地下水面は計算開始後直ちに定常状態になったが，塩水は計算開始時の位置よりどんどん海側へ押し出され，とくに淡塩境界面はGhyben-Herzberg条件[3]の位置から約500年後においても1年当り10cm程度海側

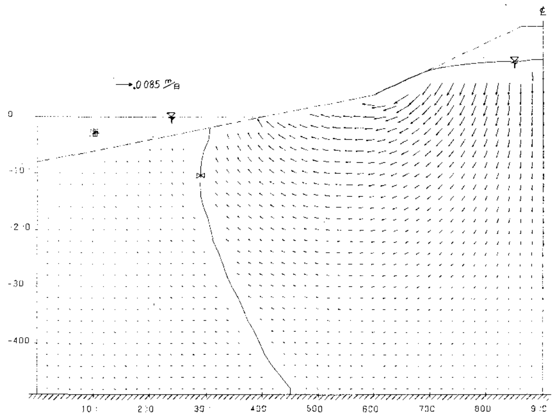

図-2　地下タンク設置前の地下水流動

へ押し出されている。そのため，タンク設置前の地下水場として図-2に示す流動場を考え，そこにタンクを設置し，淡水を揚水することを想定した。なお，雨水の涵養量は地下水面から 0.25mm/day，透水係数は 10^{-6}cm/sec，空隙率は5%とした[4)]。また，計算は孤島の左半分に限定し，山頂部直下の地下水場では左右対称とした。

図-2のような地下水場の海面下60m，海岸線から山側へ20mの位置に 20m×20m の大きさで内圧 2.5kg/cm² の地下タンクを設置し，淡水の揚水を開始し，その後50年での淡塩地下水場の検討結果を図-3に示す。図中の破線は図-2のものであり，実線が50年後のものである。

また，山頂部直下の地下水位の低下状態およびタンクから淡塩境界面までの距離（タンク左上部から左側にある淡塩境界面の距離）の変化を，それぞれ図-4，5に示す。

なお，タンク内への湧水量はタンク設置数年後からほとんど一定量となり，単位長さ(1m)当りのタンク内への湧水量は 0.07m³/dayとなった。すなわち，10万m³程度の地下タンクに際しては約 1m³/hr. の湧水量があることになる。

(4) 結果に対する考察

図-3に示すように，地下タンクの設置に伴い山側での地下水位の低下および塩水の浸入が認められた。とくに，海底から地下タンクの方への塩水の浸入が存在することが確められた。

なお，山頂部での地下水位の低下量は50年間で約7m，塩水の浸入は約15mであり，地下タンクからの淡水の揚水に伴う変化は顕著でないことがわかった。

すなわち，雨水の浸透量は巾約200m の広さとすると，200m×0.25mm/day ≒ 0.05m³/day であり，それにくらべタンクからの揚水量は約0.07m³/day であるため，50年間で約370m³ の淡水が減じたことになる。一方，塩水の浸入と地下水位の低下により50年間での淡水の減少量は空隙率を0.05と仮定しているため，300〜400m³とみられる。したがって，タンクからの揚水に伴う地下水変化としては妥当な結果と思われる。

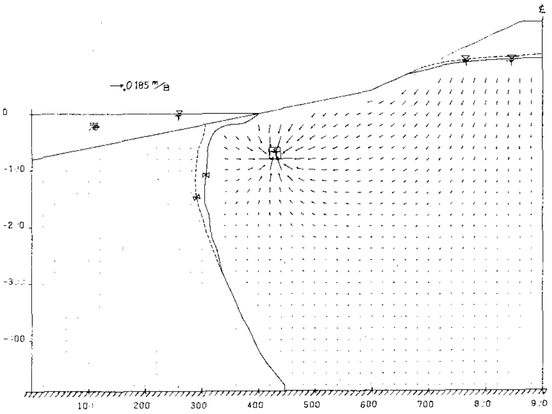

図-3 地下タンク設置50年後での地下水流動結果

—▽— 50年後の水面形
--▽-- 設置前の水面形

(5) 今後の方針

今回検討した結果より，海水の浸入は数10年という間ではそれほど顕著ではないことがわかった。そのため，今後，島全体の地下水変化の検討に当っては，塩水の浸入を考慮する必要がないものと考えられる。したがって，今後は準一様流モデルにより，島全体の地下水変化を地下タンクの配置と合わせて検討する際には，淡水のみの変化を検討する予定である。

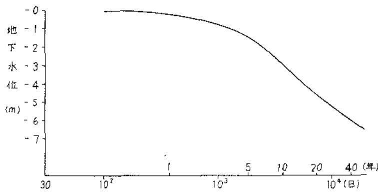

図-4 山頂部での地下水位の変化

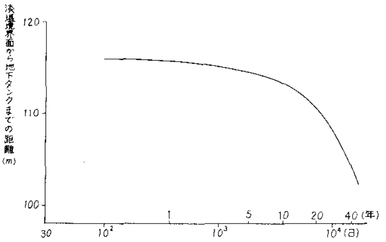

図-5 地下タンクから淡塩境界面までの距離の変化

(6) 参考文献

1) 田中，安芸：淡塩地下密度流の数値シミュレーション，第34回年講，1979

2) 田中，安芸：孤島における淡塩地下水の検討，第24回水理講演会，1980

3) A.E. Scheidegger：The physics of flow through porous media，Toronto Press，1957

4) 田中，安芸：燃料地下タンクの技術開発に関する研究，電研報告 No.379006，1979