

VII-65

真空抽出工法設計支援システムの開発

大成建設（株）エンジニアリング第一部	正会員	長藤 哲夫
同 上	正会員	池田 義明
大成建設（株）技術研究所	正会員	今村 聡
同 上	正会員	下村 雅則

1. はじめに

真空抽出工法は、揮発性有機化合物の汚染浄化法として、我が国で最も良く使われている手法である。しかし、現在では各機関で統一的な設計が行われているとは言いがたく、そのために浄化効果や浄化期間に多くの差が出ているのが実情である。そこで、UNIX上で真空抽出工法による浄化を実施するにあたって必要な三次元汚染データの図化・土質データの図化・既存データによる汚染分布の推定・埋蔵量の推定・郡井戸の揚水計算・透気井戸による地盤中の三次元圧力分布の予測・浄化予測プログラム（VEX）による浄化予測・浄化データの図化等一連の設計作業を支援するシステムを開発した。本システムは、設計支援に力になるばかりでなく、汚染データ・浄化データ・透水透気パラメータのデータベースも兼ねたものであり、今後の設計技術の向上に寄与することが期待されている。本報告は本システムの概要を紹介するものである。

2. システムの概要

図-1に設計支援システムの概要を示した。汚染源がある程度絞られた段階において、通常真空抽出工法は、図-1に示したように、①地表ガス調査 ②ボーリングによる汚染調査（土質調査） ③物性調査（透水係数、飽和度、有機物含有量、透気係数等）によるデータの取得が行われる。その後、汚染範囲の同定・汚染範囲内の地盤を不飽和にするための揚水計画（揚水量の推定）・汚染物質を抽出するための井戸配置計画（透気量の推定）・浄化予測によるオフガス濃度の推定・処理プラントの設計を経て、実際の浄化工事につながって行く。本システムはデータ取得時には、図化に効力を発揮するとともに、そのデータを自動的にデータベースに蓄え、将来のよりよい浄化設計へ結び付けることが出来る。また、汚染範囲の同定には、クリッキング・コンディショナルシミュレーション等の地盤統計学を用いた手法も可能である。将来的には、汚染サイトをタイプ別に分類し、それぞれ典型的な汚染形態を統計学的に処理することを考えている。揚水計画・透気計画にあたっては、既往の解析解を利用した対話型のルーチンを備え、極めて簡単に群井戸の揚水計画・透気計画が策定できるシステムを備えている。これについては、次節で詳述する。浄化予測プログラムも、対話型のルーチンであり、簡便にオフガス濃度の推移・浄化期間が予測できる。

〈 真空抽出工法設計支援システム 〉

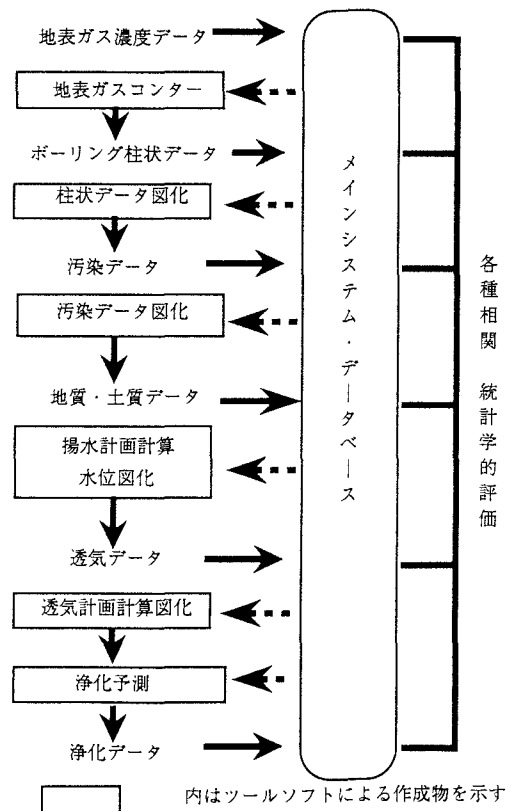


図-1 設計作業の流れと開発システムの関係

3. 群井戸の揚水・透気計算と浄化予測

群井戸の揚水計算は、被圧帯水層・不圧帯水層・半被圧帯水層別に求められている多くの解析解⁹⁾を利用して、図-2に示したようなフローで行っている。群井戸の計算においては、解析解の重ね合わせにより水位と揚水量の関係が、式-1のように表されるので、この連立方程式を解くことにより求めた。

$$S_i = \sum_{j=1}^n \{f(r_{ij}) Q_j + R\} \quad (\text{式-1})$$

ここに S_i : i 番目井戸の水位, r_{ij} : i 番目井戸と j 番目井戸の距離, Q_j : j 番目井戸の揚水量 である。

群井戸の透気計算は、以下のような方法で処理している。定常透気の支配方程式は、式-2のようになるが、空気重量による流れを無視し、かつ均質な透気場であることを考慮すれば、式-3のように定式化できる。式-3は、 P^2 に関するラプラス方程式であり、簡単に解くことができる。透気計算のフローを図-3に示した。

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left[\rho_a K_{aij} \left(\frac{\partial P}{\partial x_i} + \rho_{ra} u_j \right) \right] = 0 \quad (\text{式-2})$$

$$\nabla P^2 = 0 \quad (\text{式-3})$$

ここに、 ρ_a : 空気の密度, K_{aij} : 透気テンソル, P : 圧力, u_j : 単位重力ベクトル である。境界条件は、透気井戸の影響圏外では $P=1$, 井戸の吸気口では、吸引圧力を与え、計算を行っている。地表透過率は、地表からどの位の割合で漏気があるかを表すパラメーターであり、境界条件として与えるときは、率に応じた割合の格子点の圧力を1、その他の格子点の圧力を0としている。

浄化予測プログラムについては、詳述をさけるが、地盤中の汚染物質の原液相・ガス相・溶解相（間隙水中）・固相（土壌に吸着）の4相に、それぞれ熱力学的局所平衡が成立しているとし、吸気量に応じてガス相から汚染物質が抽出されていく過程を模擬しているものである。ガス相から汚染物質が抽出され濃度に変化すると、それに応じて時々刻々4相の汚染濃度が算出されることになる。

<参考文献>

- 1) 今村聡他（1992）：“真空抽出法の浄化予測手法の適用性について”，第27回土質工学研究発表会講演集，pp.1955-1956.
- 2) 例えば，土質工学会編，現場技術者のための土と基礎シリーズ19，“根切り工事と地下水”，pp.105 - 133.

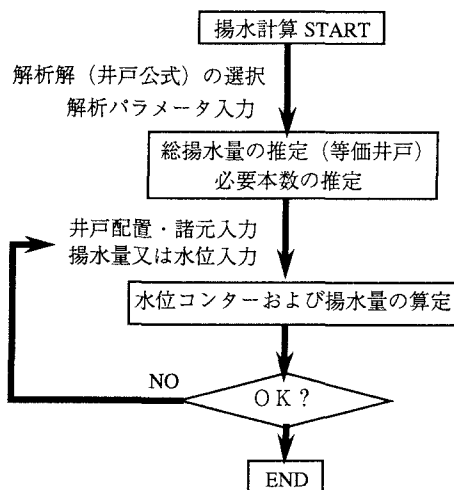


図-2 揚水計算のフロー

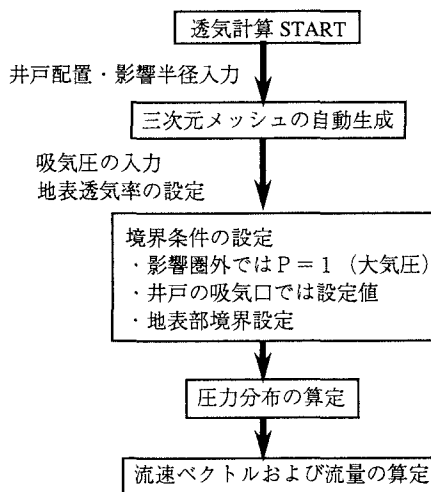


図-3 透気計算のフロー