

福岡大学 正員 山崎恒義、正員 花場正寿、立藤綾子

1. はじめに

廃棄物埋立地からの浸出液の量と質の予測は、浸出液の処理を検討するにあたり重要な要素である。現在これらの予測は経験によって決定されているが、それを支える基礎資料も非常に少ない。また、処理を容易にするためには、処理施設への負荷変動を少なくする事が望ましい。このため、特に量の負荷変動を減少するために、処理施設上流部に浸出液貯留施設が設けられたり、あるいは埋立地内部に貯留施設として用、ようとしたりされる。

上記のことを考えると、少ない資料からより適確な浸出液の量と質とその変動も含めて予測する手法の開発が望まれる。

本研究では、浸出液の量の予測と内部貯留を浸透問題として、特に水面下における残留空気の浸透に及ぼす影響について検討した。

2. 浸出液の発生、貯留、流出

図1に廃棄物埋立地の縦断面をモデル的に示した。埋立地の上部すなわち覆土上に降った雨は、一部表面流出あるいは蒸散する成分となるが、その他は覆土層を浸透して廃棄物層に達し（ここで種々の汚染物質を含有する）一時貯留され、集水管より流出する。この様な浸透問題については、飽和飽和浸透問題として解析されている例がある。¹⁾この様な解析を行うには浸透特性を支配する浸透パラメーター、すなわち、飽和飽和浸透係数と間隙水圧との関係 $K(h)$ 並びに間隙水量と間隙水圧との関係 $\theta(h)$ もそれぞれの廃棄物について十分な精度で実験的に求める必要がある。

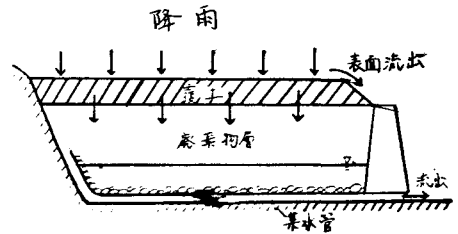


図-1 廃棄物埋立地縦断面

しかし、廃棄物のように粗大物から微粒子まで含んだ材料を複雑に埋立てた埋立地内における $K(h)$ 、 $\theta(h)$ を予測する事は現実的に不可能である。

3. 廃棄物内における浸透問題

廃棄物の $K(h)$ 、 $\theta(h)$ を求める事の困難さに加えて、埋立地内における浸透解析には水表面下における残留空気の浸透に及ぼす影響がある。

図2に埋立地内部をモデル的に示した。この様に、埋立地内部にはカン、ビン、ビニール等の不透水性の材料が凸形、凹形等種々な形態で埋立てられている。したがって、水表面（本報告では飽和飽和浸透解析における間隙水圧0の面をいう）下においても多量の残留空気を含み、水表面上においても多くの残留水を含む。

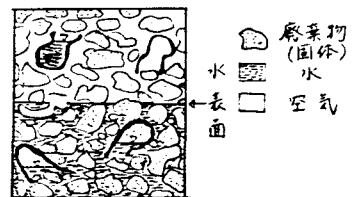


図-2 埋立地内部

埋立地内における浸出液の浸透に及ぼす残留空気の影響として圧力変動による残留空気の体積変化が挙げられる。本研究では、特にこの点について検討を行った。

4. 浸出液の浸透に及ぼす残留空気の影響

図3に示した埋立地内における水位変化に伴って、どの程度の水の出入りがあるか、という問題に対して水面下に存在する空気の影響（大気圧と水位の変動によって生じる圧力変化に伴う残留空気の体積変化によ

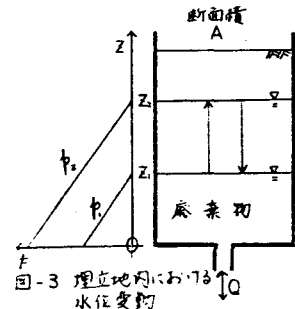


図-3 埋立地内における水位変動

る影響)について検討した。

埋立地内の気、液、固三相分佈は図4のとおりであると考えられる。

ここで空気に対する状態方程式として、

$$pV = nRT \quad \text{----- (1)}$$

p ; 圧力(Pa), V ; 体積(m^3), n ; モル数(mol)

R ; 気体定数($=8.2JK^{-1}mol^{-1}$), T ; 温度(K)

を採用する。ここで温度変化は絶対温度に対して小さいと仮定すると、

$$pV = nRT = \text{一定} \quad \text{----- (2)}$$

となる。

図4において、圧力 p (p ; $1.0 \text{気圧} = 1.013 \times 10^5 \text{Pa}$)で単位体積あたり $(1-S_e)\epsilon$ の空気を有していたとすると、圧力 p では式(2)を用いて、

$$p(1-S_e)\epsilon = p(1-S_e)\epsilon \quad \text{----- (3)}$$

なる関係が成立する。

したがって浸透問題における連続の式として、次式を考える必要がある。

$$\nabla \cdot \vec{u} + \epsilon(1-S_e)k \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{p} \right) = 0 \quad \text{----- (4)}$$

$\vec{u}$; 空間速度(m/s), t ; 時間(s)

式(4)を用いて図3における水位変動 $Z_1 \rightarrow Z_2$ に対する最終的な水の出入り Q は次式で表わされる。

$$Q = A \int_{Z_1}^{Z_2} \left(\frac{p_1}{p_2} - \frac{p_1}{p_2} \right) \epsilon(1-S_e) dz + A \int_{Z_1}^{Z_2} \frac{p_1}{p_2} \epsilon(1-S_e) dz + AZ_2 \epsilon(1-S_e) \quad \text{----- (5)}$$

Q ; 出入りする水の量(m^3), A ; 断面積(m^2), Z ; 高さ(m)

$$p_1 = \rho g(Z_1 - Z) + p^* \quad 0 < Z < Z_1 \quad \text{----- (6)}$$

$$p_2 = \rho g(Z_2 - Z) + p^* \quad 0 < Z < Z_2 \quad \text{----- (7)}$$

ρ ; 水の密度(Kg/m^3), g ; 重力加速度($9.8m/s^2$), p^* ; 大気圧(Pa);

$Z_1 = 0$, $p^* = p_1$ とすると、

$$Q = A\epsilon(1-S_e)H_0 \left\{ \log \left(\frac{Z_2}{H_0} + 1 \right) + \frac{Z_2}{H_0} \right\} \quad \text{----- (8)} \quad H_0 = 10.34m \quad (1気圧の水柱の高さ)$$

となる。

残留空気の圧縮性を考慮した場合としない場合の Q について図5に示した。

5. まとめ

底棄物を用いた浸透実験の結果^{*)}によると、 $\epsilon = 0.5$, $S_e = 0.5$ 程度である。これと図5から、浸出液の貯留高さ Z_2 を $10m$ 程度とすると、埋立地平面 $1m^2$ あたりの貯留量は残留空気の圧縮性を考慮すると $4.23m^3$ 、考慮しないと $2.5m^3$ となり、 $1.7m^3$ 程度の差が出てくる。これは40%程度の値と見做すことはできない。今後この問題を浸透解析に取り入れるための検討を行いたい。

〈謝 辞〉本研究は、昭和55年度文部省科学研究費「一般研究B」の一部である。

*1) 大西和栄; 「山間埋立における土壌地下水汚染防止に関する長期予測」第7回環境問題シンポジウム

*2) 山崎惟義; 「焼却灰の透水性について」第2回全国都市清掃研究発表会

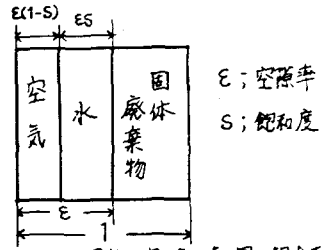


図-4 埋立地内の気、液、固三相分佈

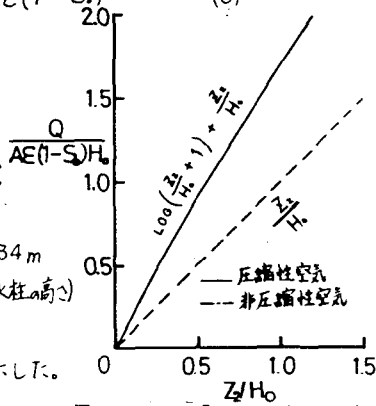


図-5 流入量と水位変動の関係