

II-453

下水汚泥堆積時の空気間隙について

大阪工業大学 大西 義昭
 大阪市下水道局 高柳 枝直
 大阪産業大学 正会員 玉野 富雄
 中央開発株式会社 正会員 ○小野 諭

1. はじめに

下水汚泥をコンポストする際の堆積時において、微生物が活発に活動するのに必要な汚泥中の空気間隙状態は、含水比や堆積高さに関係して変化する。下水汚泥の土質力学特性については、山村・成原¹⁾、矢部・金刺²⁾により多くの知見が示されているが、コンポスト³⁾と深く関係する堆積時の空気間隙状態については検討すべき点が残されている。本報告では、下水汚泥堆積時の空気間隙状態の推定法について土質力学的見地より2, 3の考察をする。

2. 実験結果と考察

試験に使用した下水汚泥は、合流式下水処理場における消化プロセスを経た石灰系の脱水汚泥であり、脱水直後のものを塩化ビニールフィルムで密封し、試験室に搬入したものである。表-1に汚泥の物理的・化学的性質を示す。また、図-1に粒径加積曲線を示す。土質分類としては、MK(黒泥)に分類される。

図-2に締固め特性を示す。最適含水比は81.2%で、最大乾燥密度は0.722t/m³である。

図-3に含水比、単位体積重量、一軸圧縮強度の関係を示す。表-2に一軸圧縮強度(q_u)を単位体積重量(γ_t)で除することで算定できる堆積高さ(H)と空気間隙率(v_a)の関係を示す。

なお、表-2での空気間隙率は、乾燥密度 ρ_d (t/m³)、土粒子の密度 ρ_s (t/m³)、水の密度 ρ_w (t/m³)、含水比 w (%)との関係より、次式で計算できる。ここで、 $\rho_s=2.1$ t/m³、 $\rho_w=1.0$ t/m³である。

$$\frac{v_a}{100} = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_w} \left(\frac{\rho_w}{\rho_s} + \frac{w}{100} \right) \dots\dots(1)$$

表-1 物理・化学的性質

物理的性質	採取時含水比(%)	376.8
	土粒子の密度(t/m ³)	2.100
	礫(%)	0
	砂(%)	3
	シルト(%)	46
	粘土(%)	51
	液性限界(%)	367.5
	塑性限界(%)	70.4
	塑性指数	297.1
	日本統一分類	MK(黒泥)
化学的性質	強熱減量(%)	44.39
	pH値	11.21

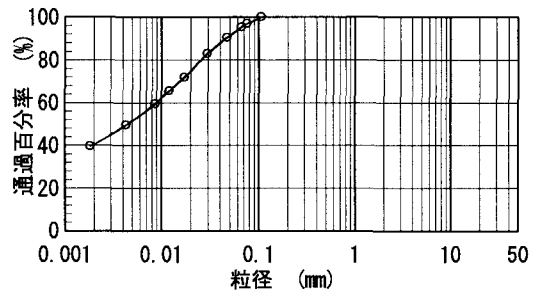


図-1 粒径加積曲線

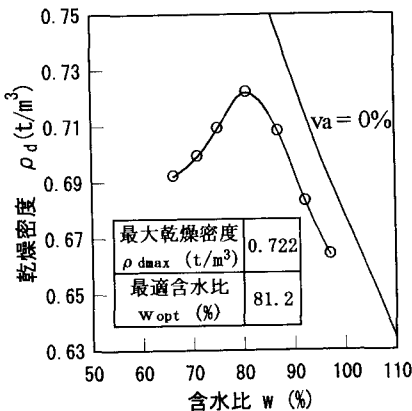


図-2 締固め特性(乾燥線返し法)

表-2 一軸圧縮試験よりの推定高さの算定

w (%)	ρ_t (t/m ³)	ρ_d (t/m ³)	q_u (tf/m ²)	e	v_a (%)	H= q_u / γ_t (m)
60	1.089	0.680	1.17	2.09	26.8	1.07
	1.195	0.747	3.36	1.81	19.6	2.81
	1.294	0.809	7.99	1.60	13.0	6.17
80	1.093	0.607	1.42	2.46	22.5	1.30
	1.193	0.663	2.61	2.17	15.4	2.19
	1.293	0.718	4.46	1.92	8.3	3.45
100	1.095	0.548	0.624	2.83	19.2	0.57
	1.195	0.598	0.785	2.51	11.8	0.66
	1.294	0.647	1.158	2.25	4.5	0.89

図-4に、表-2での試験結果よりの含水比、単位体積重量、空気間隙率の関係を示す。

次に、堆積状態で空気間隙率を室内試験により推定する目的で、直径15cm、高さ12.5cmのCBRモールドを用いて、標準圧密試験に準じた方法で圧縮試験を行った。各荷重における載荷時間は2時間とし、単位体積重量1.2 tf/m³の場合で、含水比60%、80%、100%とし、堆積高さ0.5m、1m、2m、3mに相当する荷重に対する圧縮量を測定した。圧縮試験結果の時間～沈下曲線を図-5に例示する。また、載荷終了時での空気間隙率と荷重との関係を図-6に示す。

図-6より種々の含水比および堆積高さ状態における空気間隙率の推定が可能となる。たとえば、空気間隙率が10%となるのは、含水比100%で、堆積高さ1.7mに相当する荷重2 tf/m²の場合であることが図より判断できる。

3. おわりに

図-3、4、6で示した含水比、単位体積重量、一軸圧縮強度および空気間隙率の関係は下水汚泥の種類により、それぞれ異なることになるが、本報告で示した試験を実施することにより、堆積時の必要とする空気間隙状態に対応する堆積高さの推定が可能となる。

参考文献

- 1) 山村和也，成原富士郎：土質力学からみた消化汚泥の実験的研究，下水道協会誌，Vol. 8, No. 90, 1971.11
- 2) 矢部正宏，金刺敏明：下水汚泥の土質工学的特性，再生と利用，下水道協会，Vol. 4, No. 13, 1981
- 3) 日本下水道事業団：下水汚泥コンポスト化施設 設計指針（案），1988.10

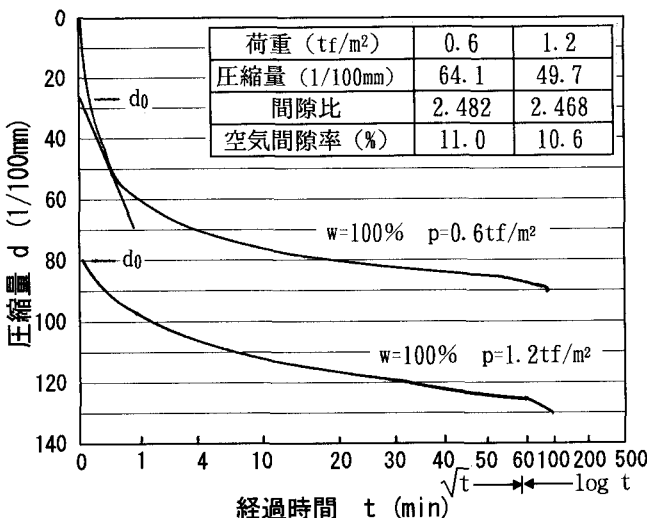


図-5 圧縮試験結果（時間～沈下曲線）

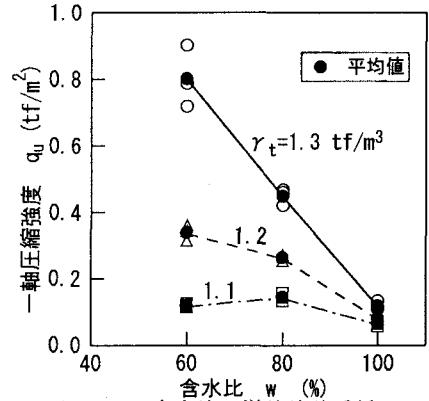


図-3 含水比、単位体積重量、および一軸圧縮強度の関係

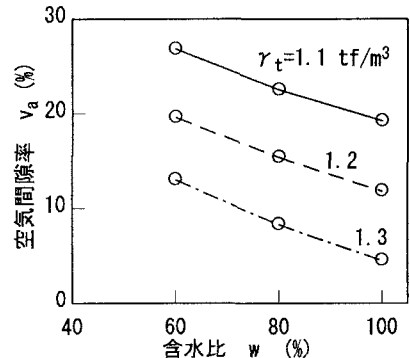


図-4 含水比、単位体積重量、および空気間隙率の関係

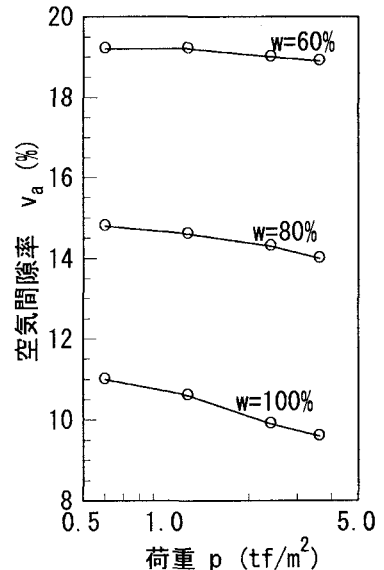


図-6 圧縮試験による空気間隙率（ $\gamma_t=1.2\text{tf/m}^3$ の場合）