

1 目的 液状化した超軟弱地盤の表層安定処理工法は、従来、セメント等、固化剤混和による方法と、シートによつて表面をカバーし、その上に土砂を撒出す工法が用いられているが、施工経費が高い点や、下部層の含水比が低下し難い点および、後処理が比較的困難である等、問題点を含んでいる。

本報告は、ある程度水硬性を有するポーラスな軽量粉粒体を超軟弱地盤上に軽量機械で撒出すことにより表層を安定化する簡単にして低廉な工法を紹介するものである。

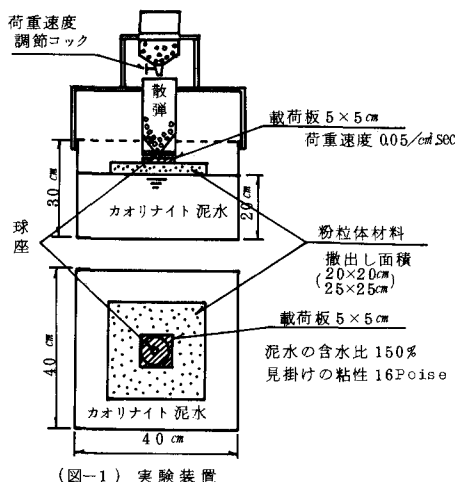
2. 粉粒体材料の性質

(表-1) 撒出し材料の物理的性質および化学分析表

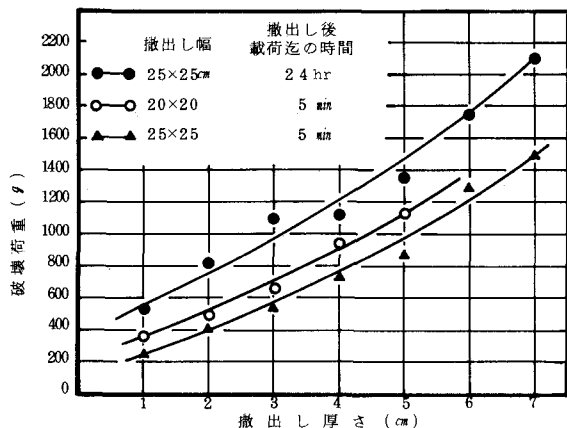
試料 産出場所	比重	単位体積 重量(g/cm^3)	吸水量 (%)	F.M.	化 学 分 析 (%)						
					SiO_2	Fe_2O_3	CaO	Al_2O_3	MgO	強熱減量	不溶残分
京都鳥羽 A	2.95	0.67	9.4	1.73	22.9	26.7	22.1	2.0	1.7	2.0	22.5

当工法に利用できる材料の特性は、単位体積重量が小さいこと、ポーラスな粉粒状体にして、吸水性が大きく、吸着水により粒子間張力を著しく増加させる物質であること、加水によつて、若干の水硬性を示すと共に、ポズラン反応を進行させる背景を保持していること等が必要である。従つて、種々の適用材料が考えられるが、特に最近問題化している各種汚泥(上、下水、鉍サイ、工場排泥等)の焼成灰が最適である。^{※1,2}これ等は生汚泥のSSに対し、一般的に凝集剤として、 FeCl_3 等を5%程度、凝集助剤として、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を20~30%添加し、真空または、加圧脱水を行い、含水比を70%程度に低下させ、ケーキ状にする。このケーキを700~900℃の多段炉で焼成すると、自由水は蒸発し、有機物は燃焼し、無機物だけが残留する。特に粘土系粒子に吸着している結晶水は、400~500℃で発散するといわれ、活性化し易い SiO_2 と Al_2O_3 に変化するようである。また凝集助剤として用いた $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、580℃で、 CaO と H_2O に分解し、800℃以上の温度領域になると CaO を含む弱水硬性化合物に若干変化するようである。従つて、これ等の焼成灰は、吸水、膨張、発熱作用があり消化反応で生ずる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、長期にわたりポズラン反応を促進させ、不溶性物質を生成すると共に空気中および地盤中の、 CO_2 と反応し CaCO_3 となつて安定化する。また材料の強度は、各種添加物を混入することにより制御可能である。

3. 室内実験 人為的にカオリナイト泥水を作成し、(図-1)に示すような実験装置によつて、粉粒体を泥水上に撒出し、破壊試験を行つた。その実験結果として、撒出し厚さと破壊荷重との関係(図-2)に示す。



(図-1) 実験装置



(図-2) 撒出し厚さと破壊荷重の関係

4. 現場実験 西宮市海岸埋立現場 140 万 m^2 内に約 2000 m^2 の軟弱地盤があり、そのうち、600 m^2 の表層安定処理実験を本工法により行つた。(図-3) 参照

(1) 改良前の現況と処理計画

A ~ F 地盤の含水比およびベーン試験機によつて測定したセン断強さを(表-1)に示す。地盤の土としての種類は、粒度分析結果によれば、0.074mm 以下が 84 % となり砂質粘土と思われる。粉粒体の撤出し厚さは平均 70 cm とし、C、D、F 工区においては、亀甲状のワイヤメッシュを表面より 20 cm の位置に敷設した撤出し用機械は、湿地ブル D20P (接地圧 0.21 t/m²) により行い、工期は、実働 3 日間で完了した。

(2) 施工結果と考察

(i) 超軟弱地盤上への撤出しは、室内実験と同様、極めて良好に実施可能なることを確認した。また地盤上に 10 cm 程度の水が存在しても施工可能である。

(ii) 地盤の含水比が比較的低く、塑性化している状態の時は、粉粒体中への吸水が遅れ、撤出し面のセン断抵抗が低く、動力荷重が直接軟弱地盤に作用するためヒービング現象を起す場合がある。このように材料への水分移動が遅い場合には、撤出し面への散水を行いセン断強さ ($\tau = qu/2$) を増加させる必要がある。(図-4) 参照

(iii) 施工 7 日後、軟弱地盤下 10 cm 点における含水比は、材料の吸水性によつて、20 ~ 80 % 低下しており、表面地盤の改良が、促進されていることを示す。

(iv) 撤出し面は、軟弱地盤中の水分を吸水するが、含水比が 80 ~ 90 % となつても長期的には、強度低下が殆んど起らない。

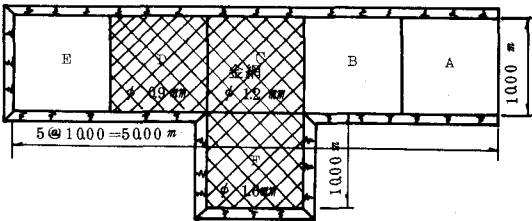
(v) 載荷試験の反力として、20 t の湿地ブルまたは、D80A の普通ブル (24 t) を撤出し面に動入し、平板載荷試験を行つた結果を(表-2)に示すが、概して材令の経過と共に強度発見がみられボゾン反応の進行を意味している。

(vi) 金網の敷設効果を、ワイヤーストレンゲーションの設置により測定したが、F 工区において、載荷端より有効幅を 3 m 程度拡大することができ、ボンツーン効果を一層増加することができる。

撤出し厚の決定は、初期においては、押抜きセン断と浮力を考慮する必要があり、時間の経過に従つて、多層地盤として取扱うべきであろう。最後に、当現場実験に材料を提供して下さつた京都市鳥羽下水処理場、施工および管理をしていただいた東洋建設㈱、広瀬鋼材産業㈱、土質工学的な見地から親切な御指導をしていただいた本学、中野教授に對し、深謝致します。

※(1) 小野・玉井・井上：下水焼成灰の再資源化 (環境技術 S.50 年 12 月号)

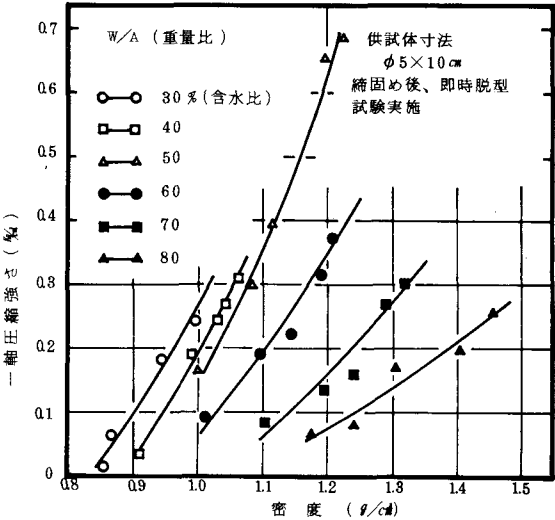
※(2) 玉井・森田：下水焼成灰によるベントナイト廃泥の処理とその有効利用 (S.50 年度土木学会年次講演会概要集)



(図-3) 工区の平面図

(表-1) 地盤の含水比およびセン断強さ

工 区		A	B	C	D	E	F
含水比 (%)	表面より 10cm	74	78	105	96	167	159
	30cm	83	72	97	87	54	120
	50cm	99	95	87	73	63	107
セン 断強さ (g/cm^2)	表面より 30cm	25	25	10	15	—	10以下
	50cm	17	30	15	15	—	15以下
	70cm	19	37	29	20	—	15以下



(図-4) 使用材料の含水比および密度が圧縮強度 (qu) に与える影響

(表-2) 撤出し面の材令と平板載荷試験 (K_{80}) の結果

材令 (日)	C		D		E		F	
	cm							
	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5
7	8.5	5.5	4.0	4.1	10.2	6.6	4.2	3.3
14	11.2	9.2	4.7	4.1	4.1	3.2	5.3	4.7
28	14.3	11.3	9.0	7.4	12.8	10.3	11.9	8.6