

III-308 薬液注入改良地盤の強度及び変形特性に関する研究

大成建設

正会員 山田 邦光

同上

○正会員 内藤 清司

同上

同上 松垣 貫司

薬液注入による地盤改良は、従来、主として地盤の強度や粘着力の増強及び止水を目的として用いられている。今回は、薬液注入後の地盤強度と変形性状、クリープ特性、耐久性に重点を置いて実験を行った。対象地盤は、砂層とし、特に粘性土を層状に挟んでいるような地盤における注入効果の評価を行ったものである。

実験は、i) 室内実験、ii) 土槽実験、iii) 現場実験 の三段階での実験を行ったが、ここでは土槽実験を中心に報告する。

土槽は、建設省土木研究所における巾4.0m、長さ8.0m、深さ4.2mの中ピットを用い、上記粘性土を挟んだ砂を均一に締固めた地盤に於て、現在一般に現場で用いられている代表的な4つの注入工法と、各種注入材を注入し、力学的特性を求めると共に改良効果の確認を行った。

表-1 注入工法と薬液との組合せ

注入工法	一次注入材	二次注入材	施工本数
①二重管複合	懸濁タイフ S	溶液タイフ L	φ900×3 φ1000×1
②複合注入	溶液タイフ S	〃 L	同上
③〃	〃 S	〃 L	同上
④〃	〃 S	懸濁タイフ L	φ900×3本
⑤二重管ロッド	〃 S	〃	φ1000×1本

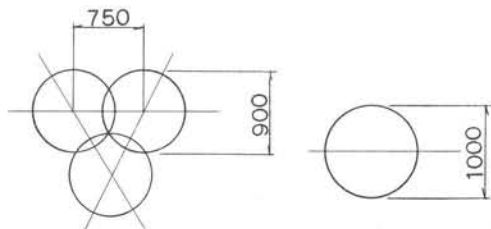


図-1 注入タイフA 図-2 注入タイフB

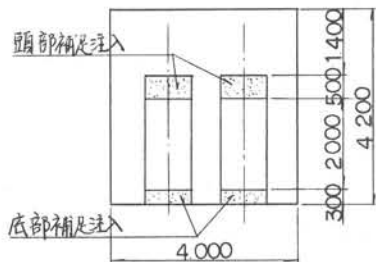


図-3 注入断面図

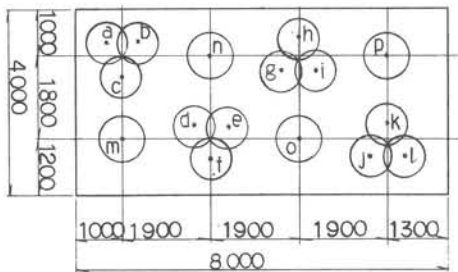


図-4 注入配置平面図

注入終了後、頭部補足注入部の土砂を除去し、均した後に平板載荷試験を、直径φ300mmの平板を用いて行った。(図-5) 載荷位置は、各注入位置の中心で、深度は、ピット上端から-2.2mと-2.7mとで行った。

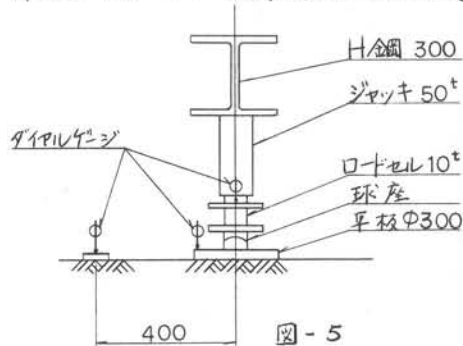
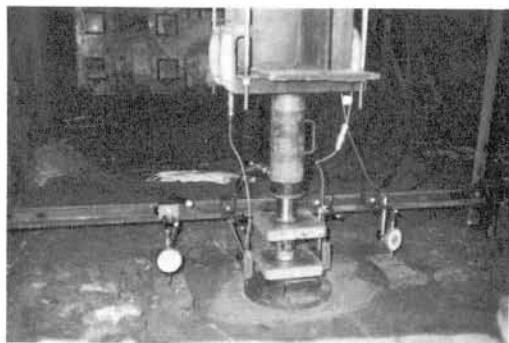


図-5



試験土の性状 (表-2.4.5)

表-2 注入前土質調査結果

調査位置	測定方法	γ_d g/cm ³	γ_t g/cm ³	w %	e	n %
1	S	1.469	1.810	23.2	0.806	44.6
	C	1.452	1.799	23.9	0.827	45.3
	RI	1.355	1.672	23.4	0.958	48.9
2	S	1.396	1.732	24.1	0.900	47.4
	C	1.426	1.747	22.5	0.860	46.2
	RI	1.247	1.542	23.7	1.128	53.0
3	RI	1.448	1.800	24.3	0.832	45.4

注入後の性状 (表-3)

表-3 注入後土質調査結果

測定地点	測定方法	γ_d g/cm ³	γ_t g/cm ³	w %	e	n %
1	S	1.510	1.790	18.6	0.757	43.1
	C	1.512	1.868	23.6	0.755	43.0
	RI	1.363	1.700	24.7	0.945	49.0
2	S	1.502	1.854	23.4	0.766	43.4
	C	1.487	1.824	22.6	0.784	44.0
	RI	1.447	1.789	23.6	0.833	45.5
3	S	1.455	1.795	23.4	0.823	45.2
	RI	1.424	1.779	24.9	0.863	46.3

表-4 試験砂粒度分布

	比重 G _r	最大粒径 mm	4.75mm mm	10%通過 mm	V _c
1	2.606	4.76	0.51	0.055	9.21
2	2.608	9.52	0.46	0.022	20.9
3	2.608	9.52	0.42	0.022	19.1

表-6 平板載荷試験結果

No	孔番	工法	薬液	深度 m	平板載荷 p=15ton			711-7 ⁺ p=15ton
					変位 δ mm	K kg/cm ³	E kg/cm ²	mm/hr
1	n	⑤	溶液 S	2.20	17.0	1.25	31.7	6.6
2	def	②	〃 S ₁	2.20	8.4	2.25	56.8	2.0
3	o	②	〃	2.20	10.9	1.94	45.3	2.4
4	ghi	③	〃	2.20	13.2	1.61	33.8	3.4
5	P	③	〃	2.20	10.6	2.00	42.9	2.2
6	Jkl	④	溶液 S ₁ S ₂ S ₃	2.20	12.4	1.71	29.4	6.3
7	abc	①	溶液 S ₁	2.20	4.0	5.30	105.8	0.9
8	m	①	〃	2.20	4.4	4.82	96.1	0.8
9	def	②	溶液 S ₁	2.70	2.4	8.83	158.6	—
10	q	—	—	2.30	9.6	2.21	43.5	1.9
11	r	—	—	2.40	5.9	3.59	72.1	0.8
12	s	—	—	2.70	8.6	2.47	48.6	1.6

表-5 透水試験結果

	γ_t g/cm ³	γ_d g/cm ³	w %	e	k cm/s
1	1.407	1.285	9.5	1.009	1.194×10^{-3}
2	1.614	1.474	9.5	0.751	2.06×10^{-3}
3	1.591	1.492	6.7	0.730	5.06×10^{-4}
4	1.523	1.391	9.5	0.855	2.584×10^{-3}
	1.534	1.411			1.586×10^{-3}

土槽実験に使用した砂は、0.074mm以下の粘性土分を、10~20%含んでおり、均等係数 V_c は、10~20と大きな値を示し、注入の浸透性が非常に難しかったことを示している。注入後の土質定数は、注入前に比して、単位体積重量が大きくなり、含水比や間隙率は小さくなり、注入部、未注入部共に締め固められていることが判る。N値は、注入前に $N=1 \sim 2$ であったものが、注入後には、 $N=3 \sim 8$ と大きくなった。又、地盤反力係数は、原地盤で $K=2.0 \sim 3.5 \text{ kg/cm}^3$ であったものが、注入地盤で $K=1.2 \sim 8.8 \text{ kg/cm}^3$ と、かなりの変化が見られた。

変形係数は、原地盤で、 $E=43 \sim 72 \text{ kg/cm}^3$ で、注入地盤では、 $E=29 \sim 158 \text{ kg/cm}^3$ となった。実験結果から、葉注による改良効果は、薬材の種類によるところが大であることが判った。

又、現場試験の結果は、全く、同一の地質の地盤で平板載荷試験を行ったが、原地盤のN値及びK値は、 $N=20 \sim 35$ 、 $K=6 \sim 26 \text{ kg/cm}^3$ であるのに対して、注入後は、 $N=17 \sim 50$ 、 $K=19 \sim 50 \text{ kg/cm}^3$ となっている。従って、乱されず、整然と層をなしている地盤では、粘土層を挟んでいても改良効果は上がり、かなりの強度と、良い変形性状を示すのに対して、一度乱した土砂では、粘土粒子が混入し、注入材の浸透性がかなり悪化させることになるので、注入対象地盤は、できる限り、乱さないように、小さい圧力で、ゆっくりと、浸透させることが大切であると思われる。現場実験の実験結果については、後日 報告します。

本実験を行うに際し、懇切なる所指導をいただきました建設省土木研究所施工研究室 千田昌平室長ならびに、塚田研究員には、心から感謝の意を表します。