

土遺構の補強に関する基礎的実験

佐賀大学理工学部

学生会員 ○高瀬 智則

佐賀大学低平地防災研究センター

F 会員 林 重徳

佐賀大学大学院

学生会員 土岐 篤史

1. 研究目的

土から成る遺構を補強する方法の 1 つとして、合成樹脂等の薬液を注入、浸透させ、粘着力を増加させることで、強度増加を図る方法がある。本実験では、注入圧と注入量をコントロールできる点滴法により、薬液を浸透させた土の強度増加とその影響因子について検討する。

2. 試料土および薬液

本実験の試料として用いたまさ土の粒径加積曲線を図-1 に示す。また、図-2 に示す締固め試験結果から、薬液を浸透させる地盤の状態を表-1 のように設定した。薬液については、文化財強化保存に用いられた実績があるものの中から 2 種類を選び使用した。用いた薬液の性質については表-2 に示すとおりである。

3. 実験

3.1 注入・浸透試験

内径 30cm、高さ 30cm で中空円筒形のモールドに試料土を入れ、設定した回数を突き固め、模擬の土遺構となる供試体を作製する。供試体の上面中央部に注入孔を設け、点滴法により注入圧 0.10kgf/cm^2 で薬液を浸透させる。注入開始後、供試体の注入孔あるいは注入孔付近が破壊されたり、表面が隆起し薬液が噴出した場合、それ以上の注入は不可能と判断し、その時点で注入を中止する。この場合、その時点までに供試体に浸透した薬液量を注入量とする。また、各供試体の総空隙量に対する注入量の割合を注入率として注入状況を把握した。注入を終えた供試体は、7 日間室内養生させた後、未固結部を水で洗い流し、固結部の体積を測定した。

3.2 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験を行い強度評価を行った。今回のような実験において、固結部から圧縮試験用の供試体(径 5cm、高さ 10cm)を削り出すことは困難であるため、あらかじめ薬液を土粒子体積に対して 1%、5%、10% の割合で練り混ぜた試料土により、試験用供試体を作製しておき、同様に 7 日間室内養生させた後、試験を行った。

4. 試験結果

4.1 注入・浸透試験結果

表-3 は各模擬地盤における注入試験の結果を示している。模擬

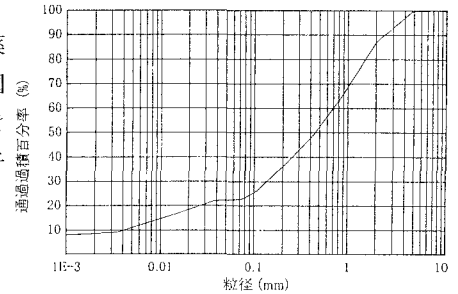


図-1 粒径加積曲線

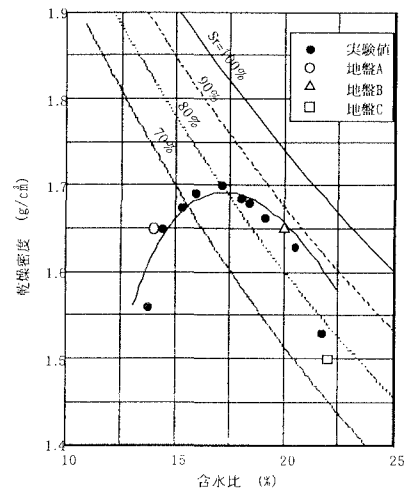


図-2 実験に用いたまさ土の締固め曲線

表-1 注入を行う模擬地盤の状態

模擬地盤	A	B	C
乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	1.65	1.65	1.50
含水比 w(%)	14	20	22

表-2 使用薬液の性質

薬液記号	SK	OH
比重	1.00	0.997
主成分	ウレタンプレポリマー	珪酸エステル
分類	ウレタン系	アルキルエチルシリケート系

地盤 A では、薬液 SK は 180cm³、薬液 OH

表-3 各模擬地盤における注入試験の結果

薬液記号	地盤	注入量 (cm ³)	注入率 (%)	土粒子体積に 対する注入量の 割合(%)	固結体積(cm ³)
SK	A	180	5.9	1.36	2485
	B	230	17	1.8	4370
	C	100	8.8	0.78	3835
OH	A	50	1.7	0.38	2310
	B	100	8	0.78	—
	C	150	14.7	1.2	2505

は 50 cm³ という注入量で、固結部の体積は薬液 SK が 175cm³ 大きいという結果になった。模擬地盤 B では、薬液 SK は、230 cm³ の注入量で固結部の体積は 4350 cm³ と今回の注入試験の中でどちらも最大となった。薬液 OH は、注入に失敗し固結部を得ることが出来なかった。模擬地盤 C において、薬液 OH は薬液 SK の 1.5 倍の注入量であるが、固結部の体積は薬液 SK の方が 1330 cm³ 大きくなっている。

また、模擬地盤 A と B の乾燥密度は $\rho_d=1.65\text{g/cm}^3$ と設定したが、注入量や固結部の体積には、違いがあらわれた。これより今回の薬液注入試験において乾燥密度 ρ_d は注入量や固結部の体積にあまり関係していないと考えられる。

4.2 一軸圧縮試験結果

図-3 は薬液混合率と粘着力 c との関係を示している。

薬液の混合率 1% においては、顕著な違いはないが認められないが、5%、10% と混合率が大きくなるにつれて、3 つの模擬地盤の供試体で薬液 SK の粘着力 c は増大している。一方薬液 OH における粘着力 c の変化は薬液 SK に比べて小さい。薬液 SK は水と反応はしないので、含水比が $w=14\%$ 、 $w=22\%$ と大きく違った状態であっても、粘着力 c との関係は見られない。

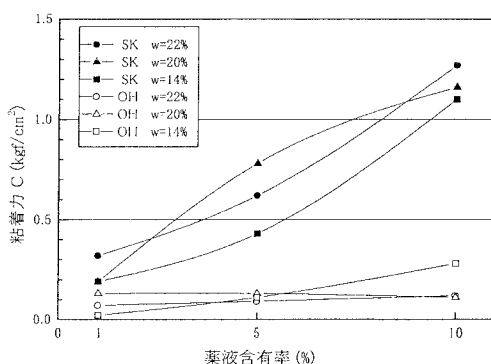


図-3 薬液混合率と粘着力との関係

5. 考察

今回の実験において模擬地盤 B は、薬液 OH の場合に固結部を得ることが出来なかった。これは、注入の途中で割裂注入や割裂・浸透注入が生じたためだと考えられる。模擬地盤 C において薬液 OH が最も注入量が大きく固結体積も最大となったのは、水と反応するという性質が薬液 OH にあるためだと考えられる。土粒子体積に対する注入量の割合は、0.38% から 1.36% の間であったため、薬液混合率を 0.5% や 1.5% や 2.0% の場合の粘着力を調べ、薬液 SK と薬液 OH の違いによる固結体積と粘着力の関係を検討する必要がある。

6. まとめ

今後は、他の薬液を用いて同様の検討を行う必要がある。また、薬液注入工法は目視することが出来ない地盤の土粒子の空隙に注入材を加圧注入する工法であるため、地盤内における注入材の浸透範囲が注入方法、注入材、施工の巧拙によって大きく変わる。このため、固結体の形状寸法や強度特性などを調査できる確認法の確立が必要である。

(参考文献)

- (1) 土質工学会：土質試験の方法と解説
- (2) 柳澤栄司：薬液注入における薬注効果の判定手法に関する研究(1996)
- (3) 日本薬液注入協会：薬液注入工法の設計・施行指針
- (4) 土質工学会：遺跡の保存技術に関するシンポジウム発表論文集, pp.15(1995)
- (5) 最新地盤注入工法技術総覧(1997)