

薬液注入(点滴法)による土遺構の強化技術

佐賀大学理工学部 学生員 ○荒井 直哉
佐賀大学理工学部 正 員 林 重徳
佐賀大学大学院 学生員 土岐 篤史

1. はじめに

土遺構を展示・公開するためには、地上において急速に進行する風化・劣化に対する保護・強化策が必要である。そして、土遺構を強化保存する有効な方法の1つとして、合成樹脂等の薬液を注入・塗布する方法が考えられる。本研究では、福岡県某町に所在する窯跡群の実遺跡での施工を想定し、室内における薬液注入(点滴法)実験を行い、注入管の構造を含めた点滴装置の開発とその方法について検討する。

2. 実験方法

実験装置全体図を図1に示す。遺構近傍の地山から採取した土(記号 Fa、Fb)には限りがあるので、実験には類似した香椎土(記号 K)を用いる。含水比を調節した試料土を塩ビ・モールド内(内径30cm、高さ30cm)に入れ、突き固めて模擬地盤を作製する。試料土の粒径加積曲線・土粒子密度、締固め曲線を図2、3に示す。模擬地盤上面中央部に注入孔(径0.5cm、長さ15cm)を設け、注入チューブ下端に取り付けた注入管(径0.4cm、長さ15cm)を注入孔に差し込む。注入管に取り付けたバルブに空気を送り込み、注入管と注入孔壁の隙間を埋める。全ストップを閉めた状態で上端のポリ容器に薬液を入れ、注入チューブ下端以外のストップを開け、薬液を三つ又管に満たす。最後に、注入チューブ下端のストップを開け薬液の注入を開始する。注入終了後、室内養生(23℃、7日間)させた模擬地盤を水中に沈め、未固結部を洗い流す。固結部の形状を観察後、水中重量測定をして体積を測る。

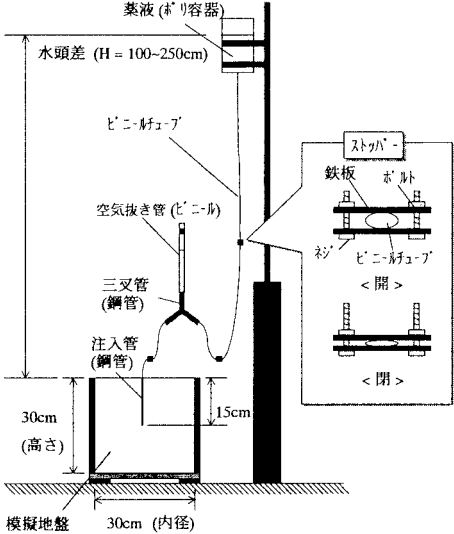


図1 実験装置全体図

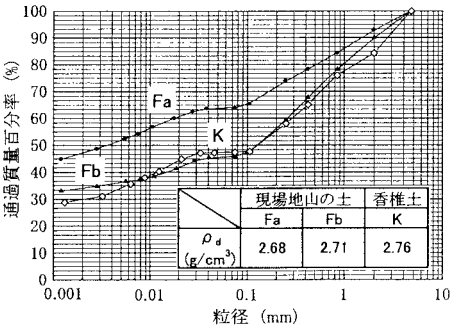


図2 遺構の土・試料土の粒径加積曲線

3. 使用薬液の特徴

使用薬液は、これまで石造文化財の強化保存に使用された実績を有するものの中からシリケート系合成樹脂(アルキルアルコキシポリシラート)を選択して、その特徴を表1に示す。

表1 薬液の特徴	
分類	シリケート系合成樹脂
主成分	メチルトリエトキシシラン (オリゴマー溶液)
溶剤	トルエン (メタノール)
外観	無色透明液体
比重(25℃)	0.90~0.95
特徴	・空気、水蒸気等の出入りを妨げることなく適度な撥水性を付与する。 ・低温(-20℃)、高温(105℃)下においても安定した強化塗膜を常温で形成する。
SiO ₂ 分	26~28%
備考	石材強化用

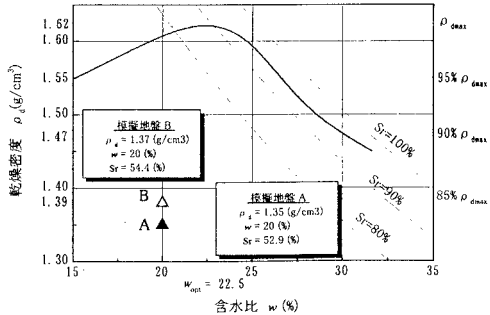


図3 香椎土Kの締固め曲線

4. 製作した注入管の構造と三叉管の役割

注入管の構造を図4に示す。注入管の内径は極力細く、かつ注入を妨げることのない適当な太さと思われる2mmにしている。注入管先端から吐出された薬液が、注入管と注入孔壁の隙間から吹き出してこないようにするため、先端上部にバルーンを取り付け、注入管を注入孔に挿入した後にバルーンを膨らませて維持している。また、先端部は薬液が拡散して浸透するようにゴム管の周囲に穴を開け、その周りに金網を取り付けている。当初、図1に示す実験装置に三叉管は設置されておらず、注入先端部から地盤内の空気が逆流して注入チューブ内に溜まり、そこで硬化してしまい注入を妨げてしまったが、三叉管を取り付けることにより一ヶ所に空気を溜めることができ、上記のようなことは起こらなくなった。

5. 実験結果と考察

実験結果を表2、時間経過と浸透量の関係を図5に示す。実験結果を見てもある程度の浸透量・固結体積を得られ、注入先端部を含め実験装置は、ほぼ有効に作動したといえる。①のケースでは $p=0.25(\text{g}/\text{cm}^2)$ で注入時間を24時間に、②では注入時間を8時間に、③では注入圧 $p=0.15(\text{g}/\text{cm}^2)$ 、注入時間を15時間で行っている。図5のように①、②では同条件に関わらず、違う挙動を示している。これは、物性値はほぼ同じでも突き固めで模擬地盤を作製しているため、数値に現れないばらつきが生じている可能性がある。可能性として、同じ間隙量でも①のケースでは、注入孔から離れたところに間隙が多く分布しており、②、③では注入孔付近に比較的多く分布していたと推測される。実際の地盤でもこのようなことは、十分に起こり得ることである。①、②、③のどのケースでも図4のように浸透量が止まることなく浸透し続けている。以上のことから、注入を計画・設計する際には、時間で規定するのか浸透量で規定するのかを決定しなければならない。

6. おわりに

この実験は現在も継続中である。今回の注入実験で注入装置を確立することができた。これからの課題としては、その他の薬液(珪酸エステル等)による実験、強度および風化防止における効果の検討、実際の現場における施工方法の確立などである。

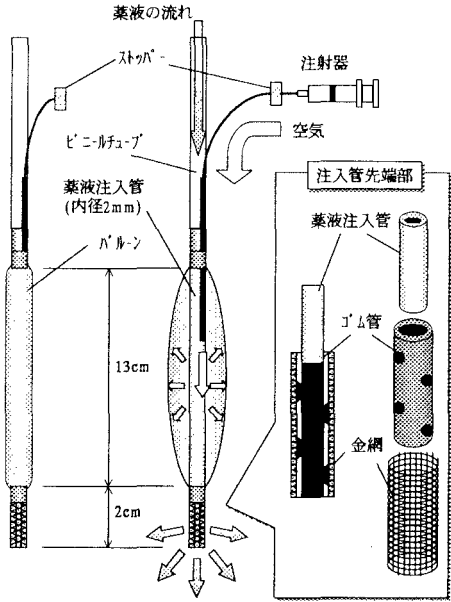


図4 注入管の構造

表2 注入浸透実験の条件と結果

	模擬地盤	注入圧 $p(\text{kgf}/\text{cm}^2)$	注入時間 $t(\text{min})$	浸透量 $a(\text{cm}^3)$	固結体積 $V(\text{cm}^3)$	a/V $\times 100(\%)$	注入率 (%)
①	A	0.25	1440	290	1220	24	2.6
②	B	0.25	480	740	8600	8.6	7.0
③	A	0.15	880	850	3790	22	8.0

※ (注入率) = (浸透量) / (模擬地盤の総間隙量) $\times 100(\%)$

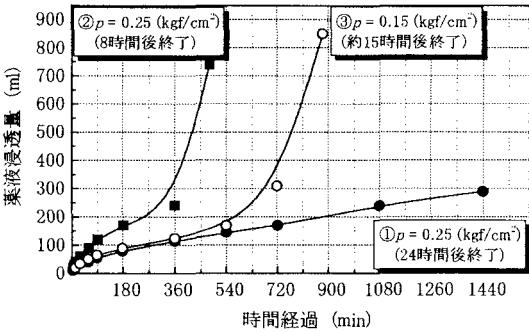


図5 注入浸透実験の時間経過による薬液浸透量

<参考文献> 1) 高瀬ら,平成 11 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,pp554-555,2000
2) 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,1995