

松江城下町遺跡の土質試験

松江工業高等専門学校 学生会員 ○齊藤直人
松江工業高等専門学校 正会員 河原莊一郎

1. まえがき

現在の松江城下町(殿町, 北堀町, 内中原町, 母衣町, 南田町)は, 1607~1611(慶長 12~16 年)に堀尾氏によって整備¹⁾されたといわれている。今では建築物の構成は変わってしまったが, 道路や橋等の基本的な町割りには現在までほとんどそのままに継承されているため, 江戸時代の絵図との照合も可能となっている。また, 現在の塩見縄手に面した堀は, 現在の松江北高校にある赤山と城山にある亀田山の間にあった宇賀山という小さな山を削ってできたものであるとされている。文献²⁾によれば堀を作った工事の総規模は幅約 90m, 長さ約 234m, 掘り出された土の量は 3 万 m³にもなったといわれ, 切り取った土は今の北田町や南田町の方へ運び宅地にされたとの伝承がある。周辺の地形³⁾は宍道湖に面して小規模な砂州(白潟砂州, 末次砂州)が形成されているので後背湿地が広く, 周辺の標高は 2m 以下となっている。松江平野の基盤(岩)は, 地下 6~20m にある砂岩, 凝灰岩からなる。その上に約 2.5~3 万年前の最終氷期の海退期に堆積した礫層が存在する。この礫層の上に約 1 万年前の後氷期のシルト・粘土を主体とする粘土層が堆積している。

今まで, 落成当時の城下町に対する本調査⁴⁾はなされていなかった。既存の建物の建設に伴い地盤が攪乱されたため, 手がかりは残っていないと考えられていたからである。しかし, 城山北公園線の拡幅工事と松江歴史館の建設調査を進めていくと, 遺構の残りが良好であり, 特に最下層の堀尾期の遺構面についてはほとんど無傷で残っていることが分かった。それに伴い, 平成 18 年から松江城下町遺跡の調査が本格的に始まった。

その調査の過程で松江城下町周辺は過去に 2 回, あるいは 3 回の盛土が行われていることが分かった。そこで, 本研究では松江市南田町 134-11 番地外と松江市母衣町のスーパーマーケットラパン前の 2 ヶ所において土試料の採取をし, 各種土質試験を行った。その試験結果を基に, それぞれの盛土は違う土なのか, 違う土ならばその土はどこから持ってきたのか, 文献にある記述とそれは一致するのか。なぜ盛土を 2 回もしくは 3 回もしたのか(する必要があったのか)を調査し, 当時の松江城下町について考察することを目的とする。

2. 試験概要

2.1 調査試料

本研究では松江市南田町 134-11 番地外において採取した 4 つの試料と母衣町にあるスーパーマーケットラ



図 1 松江城下町周辺図⁶⁾

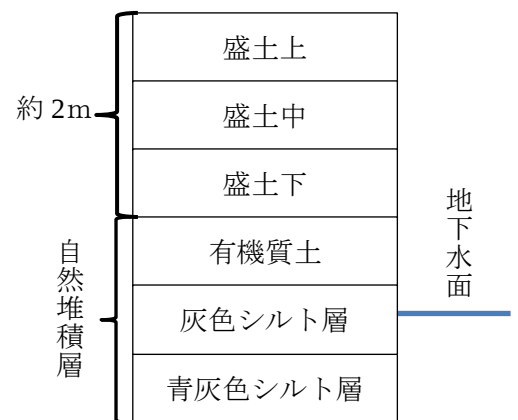


図 2 基本層序

パン前(母衣町 180-9)において採取した 2 つの試料について分析を行った。

基本層序を図 2 に示す。周辺の旧地表面は有機質土(黒色粘土)³⁾である。この当時の南田町の地表面の高さ⁵⁾は標高-0.250m で現在の標高の 1.507m よりも約 1.8m 下にあった。その下に灰色シルト層、青灰色シルト層が堆積しており、周辺の城下町遺跡も同様の層序⁵⁾である。また、灰色シルト層には地下水面が存在していた。その上に 2, 3 層からなる盛土が行われている。ただし、場所によっては盛土上の層が攪乱されており、採取しなかった場所がある。今回の調査地点では南田町がそれに当たる。また、ラパン前は元々 2 回しか盛土がされていなかった。

2.2 試験項目

試験は、湿潤密度試験、含水比試験、土粒子密度試験、粒度試験、強熱減量試験、液性限界試験、塑性限界試験、一軸圧縮試験を行った。

3. 試験結果

3.1 土粒子密度試験、自然含水比試験、湿潤密度試験、強熱減量試験

土粒子密度試験、自然含水比試験、湿潤密度試験、強熱減量試験によって得られた結果を表 1 に示す。

土粒子密度と強熱減量には強い相関性がある。強熱減量が大きいほど有機質が多くなるので、土粒子密度 ρ_s が小さくなる傾向がある。そのため、 ρ_s が 2.163g/cm³ で最も小さく強熱減量が最も大きい有機質土に最も有機物が含まれていると考えられる。南田町盛土層(下)も ρ_s が 2.435 g/cm³ とやや小さいので有機物が多く含まれていると考えられる。反対に南田町盛土層(上)の ρ_s は 2.770 g/cm³ とやや大きいので土粒子が無機質の鉱物で構成されていると推測できる。

間隙比 e が一番大きかったのが有機質土で 4.793、二番目は南田町盛土(下)で 3.323 となった。反対に一番小さかったのは灰色シルト層で 0.963 だった。そのため、有機質土が最も圧縮性が大きく、次に大きいのは南田町盛土(下)で、最も圧縮性が小さいのは灰色シルト層である。ラパン前の盛土は上の e が 1.058、下の e が 0.992 とほぼ同じ値であるため、二つの土の圧縮性は同じぐらいだといえる。

飽和度 S_r はどの土もほぼ 100%の値を示した。地下水面があるのは灰色シルト層だが、その上の層の間隙もほぼ飽和されていると分かる。

強熱減量試験では 29.7%と有機質土が一番大きく、続いて 21.4%の南田町盛土層(下)という結果になり、密度試験の結果と整合性が取れているといえる。反対に、密度が一番小さかったラパン前盛土層(上)が強熱減量は一番小さいわけではなく、灰色シルト層が 1.84%と一番小さかった。一般に腐食が進んでいる土ほど黒色になるという。そのため、灰色シルト層の有機物量は少なかったと考えられる。ラパン前盛土層(上)の強熱減量も 1.97%しかなかったので、密度の値が大きかったことと整合性が取れているといえる。

自然含水比 w_n は有機質土の 221%が最も高かった。含まれている有機物が多く水分を吸収したため w_n が高くなったと考えられる。南田町盛土層(下)の w_n も有機物が多く含まれているため、高くなったのだと考

表 1 自然含水比 w_n 、土粒子密度 ρ_s 、湿潤密度 ρ_t 、乾燥密度 ρ_d 、間隙比 e 、飽和度 S_r 、強熱減量

試料名	$w_n(\%)$	$\rho_s(\text{g/cm}^3)$	$\rho_t(\text{g/cm}^3)$	$\rho_d(\text{g/cm}^3)$	e	$S_r(\%)$	強熱減量(%)
南田町有機質土	221	2.163	1.197	0.373	4.793	99.7	29.7
南田町灰色シルト層	35.8	2.632	1.821	1.341	0.963	98.0	1.84
南田町盛土(中)	55.9	2.627	1.631	1.046	1.511	97.3	4.83
南田町盛土(下)	133	2.435	1.312	0.563	3.323	97.5	21.4
ラパン前盛土(上)	35.4	2.770	1.822	1.346	1.058	92.8	1.97
ラパン前盛土(下)	34.3	2.638	1.779	1.324	0.992	91.3	4.32

えられる。また、灰色シルト層、ラパン前盛土層(上)、(下)の w_n はどれも約 35%とほとんど等しい値を取った。

3.2 粒度試験、液・塑性限界試験、工学的分類

粒度試験によって得られた結果を基に作成した粒径加積曲線を図 3 に示す。また、各試料の粒径区分量と塑性指数 I_p と工学的分類を表 2 に示す。

有機質土、南田町盛土層(下)、ラパン前盛土層(上)の 3 つの試料は粘土分が多いため 10%粒径 D_{10} が沈降分析から分からなかった。そのため、均等係数 U_c と曲率係数 U_c' の計算ができず不明である。有機質土と南田町盛土層(下)の U_c と U_c' が計算できなかったことから、無機物と比べて比重の軽い有機物が多いので粘土分の値が高く算出されたためだと考えられる。強熱減量の小さかったラパン前盛土層(上)の U_c と U_c' が計算できなかったのは、元々粘土分が多く含まれている土だったためだと考えられる。

U_c と U_c' の計算はできなかったが、粒径加積曲線より有機質土が最もなだらかな曲線を描いている。反対に最も勾配が急なのは灰色シルト層である。しかし、 U_c' が 2.0 と 1~3 の間にあるので粒度分布は良いといえる。また、ラパン前盛土層(下)とほぼ同じ様な曲線を描く。

南田町盛土層(上)とラパン前盛土層(下)はどちらも U_c は 10 以上で U_c' も 1~3 の間にあることから粒度分布の良い土だといえる。

3.3 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験によって得られた結果を基に作成した応力-ひずみ曲線を図 4 に示す。

一軸圧縮強さ q_u は、有機質土が 21.5KN/m²、灰色シルト層が 18.3KN/m²、南田町盛土層(中) が 28.7KN/m²、南田町盛土層(下)が 27.6KN/m²、ラパン前盛土層(上)が 15.8KN/m²、ラパン前盛土層(下)が 28.9KN/m² だった。後背湿地の土のため、どの土も一軸圧縮強さはそれほど大きくはなく軟弱な土であるといえる。応力-ひずみ曲線において、有機質土とラパン前盛土(上)には明瞭なピークが描かれなかったのに対し、その他の土には明瞭なピークが描かれた。変形係数 E_{50} は有機質土が 0.51MN/m²、灰色シルト層が 0.38MN/m²、南田町盛土層(中) が 1.03MN/m²、南田町盛土層(下)が 1.53MN/m²、ラパン前盛土層(上)が 0.46MN/m²、ラパン前盛土層(下)が 4.81 MN/m² だった。

表 2 工学的分類表

試料名	有機質土	灰色 シルト層	南田町盛土 (中)	南田町盛土 (下)	ラパン前 盛土(上)	ラパン前 盛土(下)
礫分	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
砂分	38.0	46.7	5.2	29.9	33.8	46.9
細粒分	62.0	53.3	94.8	70.1	66.2	53.1
シルト分	33.5	45.4	78.5	54.9	48.0	45.3
粘土分	28.5	7.9	16.3	15.2	18.2	7.8
均等係数 U_c	—	8.5	18.0	—	—	11.7
曲率係数 U_c'	—	2.1	1.7	—	—	1.4
液性限界(%)	72.2	30.5	34.7	67.2	25.0	25.2
塑性限界(%)	66.1	28.9	26.1	59.0	21.4	22.2
塑性指数 I_p	6.1	1.5	8.6	8.2	3.6	3.0
分類名	有機質粘土 (高液性限界)	シルト (低液性限界)	シルト (低液性限界)	シルト (高液性限界)	粘土 (低液性限界)	シルト (低液性限界)
分類記号	(OH)	(ML)	(ML)	(MH)	(CL)	(ML)

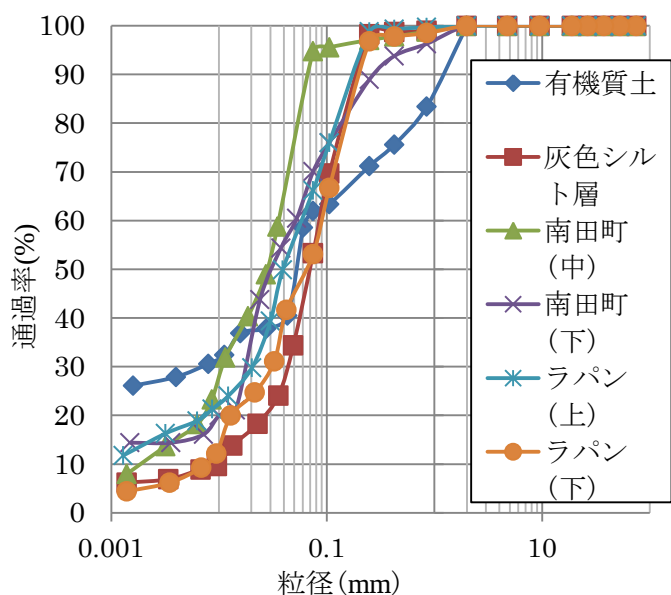


図3 粒径加積曲線

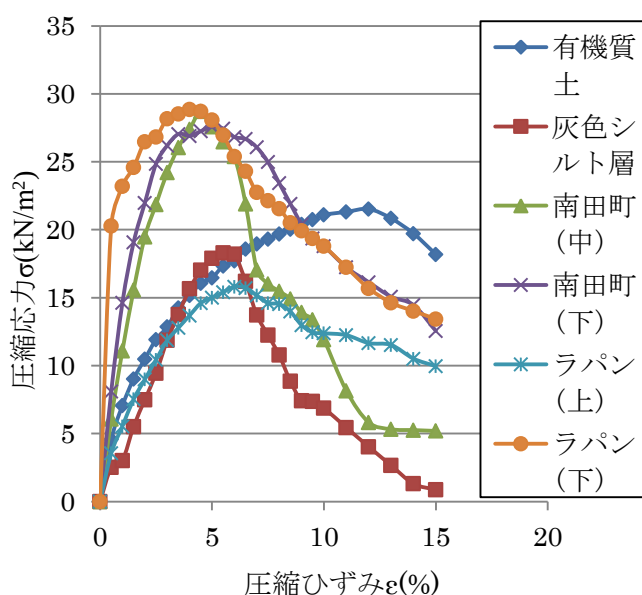


図4 応力-ひずみ曲線

4. 考察, 今後の予定

現段階での盛土材料に関する考察を以下に記す。

- 1) 土粒子密度試験や強熱減量試験の結果から築城時の盛土である南田町盛土層(下)には有機質土と類似した特徴を持っていることが分かったことから、南田町盛土層(下)に有機質土が混じっていると推察できる。この層の盛土する際に浚渫土と混ぜて盛土をしたために、土粒子密度 ρ_s や強熱減量が有機質土と似た特徴を持ったのではないだろうか。
- 2) 築城時の盛土であるラパン前盛土層(下)は土粒子密度試験、自然含水比試験、粒度試験の結果から少し離れた南田町の灰色シルト層とはほぼ一致した特徴を持っていたため2つの土は同じものである。一軸圧縮試験では一致しなかったが、地下水位にある灰色シルト層を採取した際に負の間隙水圧が発生し、一軸圧縮強さ q_u が減少したと考えられる。ラパン前盛土層(下)の土も堀の浚渫土が使われたと推察できる。
- 3) 南田町盛土層(下)とラパン前盛土層(下)、南田町盛土層(上)とラパン前盛土層(上)それぞれの試験結果を比較してみたが特に類似点は見つからなかった。別々の材料を使って盛土が行われたと考えられる。しかし、山土を削って盛土されたなら土が黄土色⁴⁾になるはずである。したがって、いずれの盛土も伝承とは異なるといえる。

現在、得られた結果と考察は以上の通りである。今後は残っている試験を行い、さらに土のサンプルが増える予定なので、それらのサンプルにも試験を行い、研究目的である築城当時の松江城下町についての考察を達成したいと考えている。

参考文献

- 1) 島根県松江市教育委員会, 財団法人松江市教育文化振興事業団, 松江城下町遺跡(殿町 287 番地)・(殿町 279 番地外) 発掘調査報告書—松江歴史館整備事業に伴う発掘調査報告書—, p.9, 2011.
- 2) 1)の p.9
- 3) 1)の pp.1-2
- 4) 1)の p.10
- 5) 1)の pp.391-392
- 6) <http://maps.google.co.jp/maps?hl=ja&tab=wl>