

III-326

鎌倉市由比が浜の遺跡の液状化跡における砂脈および液状化層の粒度特性

飛鳥建設(株) 正会員 ○ 関 眞一
正会員 森 伸一郎
正会員 立花 秀夫

1. はじめに

1991年2月に鎌倉市由比が浜で実施されていた「長谷小路周辺遺跡群」調査地より、液状化の痕跡が発見された。液状化発生年代は、周辺地盤の堆積年代や遺跡の年代および地震史料から1257年の地震によるものと考えられている¹⁾。

筆者らは、鎌倉市の協力を得て現地調査を実施し、液状化層より採取した不攪乱試料を用いて約733年を経過した砂の液状化強度特性の時間効果（エージング）について前報²⁾で報告した。

今回は、液状化跡より採取した試料の試験結果に基づき、砂脈、液状化層および噴砂の粒度特性について考察する。

2. 砂脈の状況と試料採取

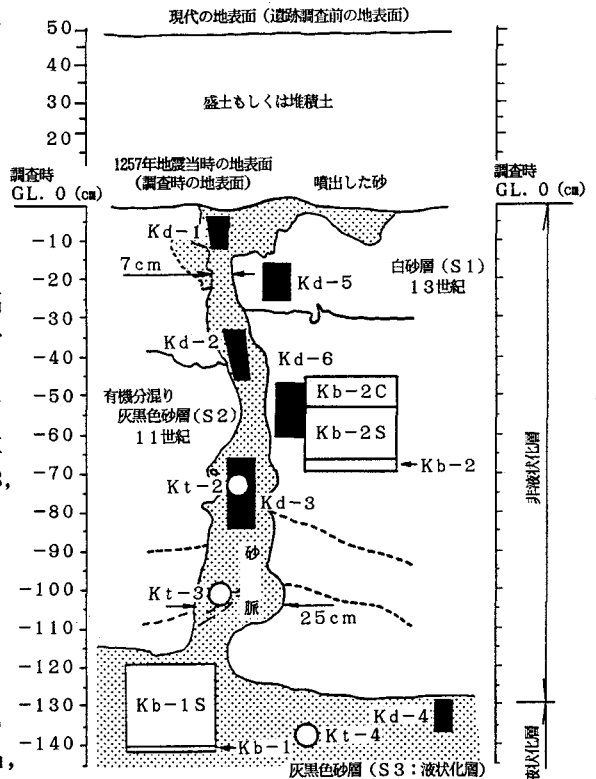
図-1に現地調査の際に実施した液状化跡のスケッチと試料の採取位置を示す。砂脈の形状は最大幅25cm程度であり、噴砂口付近では幅7cm程度に減少する。深度方向の長さは約1.3mであり、有機分混り灰黒色砂層(S2)および白砂層(S1)を真上に貫通している。また、砂脈は奥行き方向に連続していた。粒度試験を実施した試料は、砂脈内(Kd-1, Kd-2, Kd-3, Kt-2, Kt-3)、液状化層(Kd-4, Kb-1, Kb-1S, Kt-4)および非液状化層(Kd-5, Kd-6, Kb-2, Kb-2S, Kb-2C)より採取した。また、採取深さを表-1に示す。

3. 粒度特性

粒度試験は土質工学会基準³⁾に準じて行い、0.212, 0.180, 0.125mmのふるいを加えている。

図-2に砂脈および液状化層より採取した試料の粒径加積曲線を示す。平均粒径 $D_{50}=0.18\sim0.19\text{mm}$ 、細粒分含有率($74\mu\text{m}$ 以下) $P_f=12.7\sim3.8\%$ および粘土分含有率($5\mu\text{m}$ 以下) $P_c=6.0\sim3.1\%$ の範囲であり、図中に示す港湾基準⁴⁾の「特に液状化しやすい範囲」内にあることがわかる。また各試料を比較すると、平均粒径以上の粒度組成がほぼ同一であるのに対し、細粒分含有量に差があることがわかる。

図-3に非液状化層より採取した試料の粒径加積曲線を示す。 $D_{50}=0.22\sim0.17\text{mm}$ 、 $P_f=19.4\sim2.7\%$ 、 $P_c=10.3\sim2.3\%$ の範囲であり、液状化した砂に比べて細粒分が多いものの液状化しやすい砂であると考えられる。これより、地震当時の地下水位がGL.-1.3m付近にあり、S1層とS2層は液状化しなかったものと推定される。



Kd: 攪乱ドリリング Kt: シンクドリリング Kb: プロックドリリング

図-1 鎌倉市由比が浜における液状化跡の形状と試料の採取位置

表-1 試料採取深さ

試料名	採取深さ GL.-(cm)		試料名	採取深さ GL.-(cm)	
	範 囲	中央値		範 囲	中央値
砂脈および液状化層					
Kd-1	3~ 12	8	Kb-1S	118~140	129
Kd-2	33~ 47	40	Kd-4	128~136	132
Kt-2	69~ 77	73	Kt-4	133~141	137
Kd-3	66~ 84	75	Kb-1	140	140
Kt-3	96~104	100			
非 液 状 化 層					
Kd-5	16~ 25	21	Kb-2S	53~ 65	59
Kb-2C	45~ 53	49	Kb-2	65	65
Kd-6	47~ 61	54			

※採取深さは、調査時地表面からの深さである

次に、砂脈内および砂脈直下の液状化層より採取した試料の採取深さと細粒分含有率、粘土分含有率および平均粒径との関係を図-4に示す。今回の調査では、地表に噴出した砂を採取できなかったため、噴砂と液状化層の直接の比較はできないが、砂脈、液状化層および噴砂の粒度特性について以下に考察する。

①平均粒径については、深さ方向の変化がない。

②細粒分含有率および粘土分含有率については、砂脈内の上部ほど多くなる傾向を示す。また、細粒分含有率は、砂脈内の平均値が液状化層の平均値に比べて約5%大きい。これは、砂脈を形成した砂が噴砂現象の終了間際に堆積したものであるため、砂脈内の水位が均衡および低下する際に分級により生じたと考えられる。

③砂脈より離れたKd-4およびKt-4試料の粒度組成が液状化層を代表していると仮定した場合、細粒分については、砂脈直下の上部で約1.5%増加しているものの、下部では2%減少している。すなわち、砂脈直下の液状化層でも同様に分級している可能性がある。

④前記した②、③の事実と考察によれば、地表の噴砂は噴砂現象の初期において噴出したものと考えられるが、砂は分級などにより液状化層の粒度特性と異なるという意見⁵⁾の証左とはならない。ただし、噴出後に水の移動とともに粘土分が流される可能性は残っている。

⑤以上の理由により、砂脈および噴砂は液状化層より細粒分だけが噴出したような粒度組成ではなく、液状化層に比較して工学的に特異な違いはないと考える。

4. 結 論

今回の試験結果より次のことがいえる。

砂脈内および砂脈直下の液状化層では、深さ方向で細粒分および粘土分に違いが見られる。この違いは、噴砂現象終了間際の再堆積時に分級で生じたものと考えられる。

<参考文献>

1) 上本進二, 大河内勉, 寒川旭, 山崎晴雄, 佃栄吉, 松島義章: 鎌倉市長谷小路周辺遺跡の液状化跡, 第四紀研究 2) 関真一, 森伸一郎, 立花秀夫: 鎌倉市由比が浜の遺跡における液状化の痕跡の現地調査と液状化履歴砂の時間効果, 第47回土木学会年次講演会概要集, 1992.9, pp.292~293 3) 土質工学会: 土質試験法(第2回改訂版), 1981.10 4) 日本港湾協会(運輸省港湾局監修): 港湾施設の技術上の基準・同解説, 改訂版, 1989.6, pp.203~209 5) 吉見吉昭: 浚渫埋立土の粒度・塑性特性と液状化抵抗, 土と基礎, Vol.39, 1991.8, pp.49~50

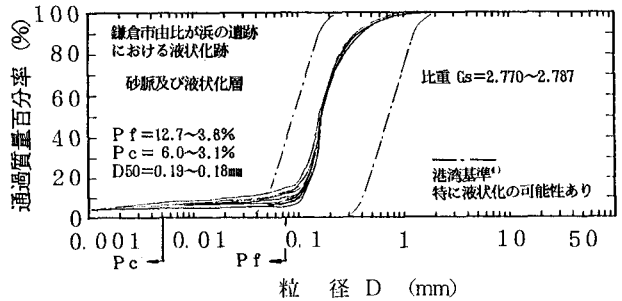


図-2 砂脈および液状化層の粒度加積曲線

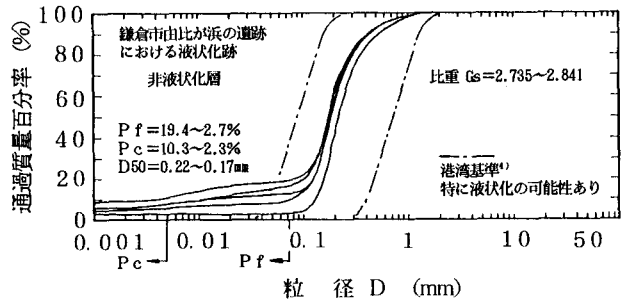


図-3 非液状化層の粒度加積曲線

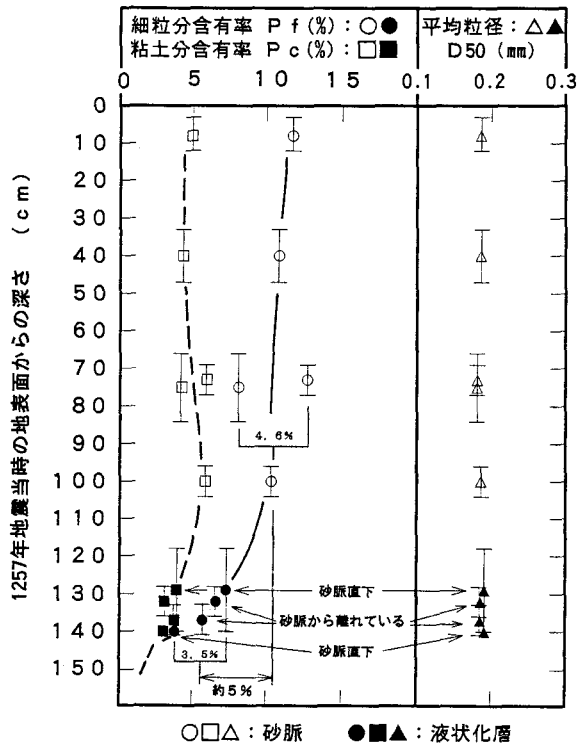


図-4 砂脈内部および直下の液状化層の粒度特性の変化