

SCP 改良地盤の飽和度の調査

地盤改良、飽和度、液状化

(独) 土木研究所 正会員 ○岡村 未対、石原 雅規、田村 敬一

はじめに

サンドコンパクションパイル (SCP) 工法で改良した地盤の飽和度を調査した報告¹⁾²⁾によると、SCP 施工直後の改良地盤の飽和度はおよそ70%~90%とかなりの程度低下している。地盤の飽和度は液状化抵抗に大きな影響を及ぼすことが知られており、液状化対策としての SCP 工法を考えた場合には、地盤改良の効果は地盤の締固めだけでなく地盤の飽和度も考慮して液状化強度を評価することが合理的であるものと考えられる。しかしながら、SCP 改良地盤の飽和度と地盤条件 (特に土質や粒度分布) の関係は明らかではなく、どのような地盤が SCP の施工によって飽和度が下がりやすいのかは分かっていない。また、地下水位以下の土中に存在する気泡は地下水に溶解し長期的に飽和度が変化することも考えられる。

そこで本研究では、SCP 施工直後 (改良後約 1 ヶ月以内) および SCP 施工からある程度の年月が経過した改良地盤から凍結サンプリング試料を採取し、試料の飽和度を測定し、土質等との関係を検討した。

凍結サンプリング現場

凍結サンプリング法により試料を採取した SCP 改良地盤 6 地点を表 1 に示す。施工直後のサンプリング地点は新潟、出雲および安来の 3 地点であり、新潟は河口から約 13km の信濃川高水敷、出雲は神戸川河口から約 4.5km の堤防脇、安来は飯梨川河口から約 50m の中海沿岸堤防直下である。これらの地点では、施工後約 1 ヶ月以内に砂杭間の改良地盤と SCP 砂杭からサンプリングした。また、SCP 施工後数年

表 1 サンプルング地点

サイト名	改良率 (%)	採取位置	SCP 施工後経過時間
新潟 (信濃川・善久) ¹⁾	23	砂杭・杭間	約 1 ヶ月
出雲 (神戸川・境橋) ¹⁾	8	杭間	約 1 ヶ月
安来 (飯梨川河口) ¹⁾	17	砂杭・杭間	約 1 週間
淀川 (一津屋)	12	杭間	4 年
利根川 (取手)	23	杭間	8 年
信濃川 (網川原) ²⁾	13	杭間	26 年

以上経過した 3 地点からも砂杭間の改良地盤試料を採取した。これら 3 地点は、淀川河口から約 16km の堤防法尻、取手市における利根川高規格堤防の法面下、および信濃

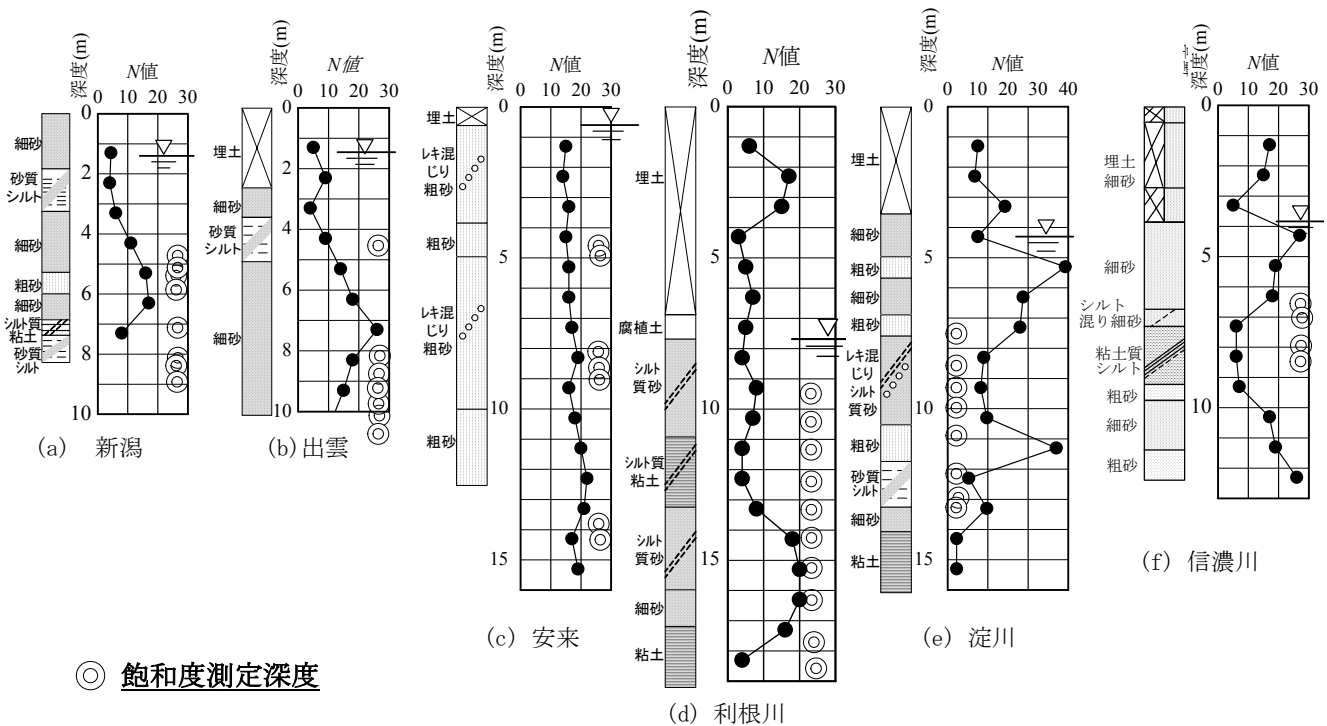


図 1 サンプルング地点の土質柱状図

川水門脇の締切り堤である。図1は各地点のサンプリング時に行った標準貫入試験結果と柱状図である。何れのサンプリング地点でもSCPは液状化対策として施工されているため、地盤は砂質土層が卓越している。

凍結サンプルは採取後直ちにラップで包み、冷凍庫にて実験室に運搬した。凍結サンプルの所定の深度からブロックを切り出し、直径5cm高さ10cmの三軸供試体または外径10cm高さ10cmの中空供試体に整形し、供試体の密度と含水比を測定した後、土粒子の比重を測定し、これらの値から供試体の飽和度を求めた。また、粒度試験も併せて行った。図1中の◎は凍結サンプルの飽和度を測定した深度を示している。

試験結果

図2は施工直後、図3は数年以上経過したSCP改良地盤から採取した試料の飽和度を含水比、細粒分含有率FCおよび5%粒径に対してプロットしたものである。施工直後地盤の飽和度と含水比の関係には良い相関が見られるが、古い地盤ではバラツキが大きい。施工直後地盤の試料は何れも細粒分が少なく比較的均一な粒度分布を有するので間隙比の差が小さい。そのため $S_r = \rho_s \cdot w/e$ なる関係にある飽和度と含水比の間に良い相関が見られているが、一般には図3(a)に見られるように含水比は飽和度を表すに良い指標ではないものと考えられる。次に細粒分含有率との関係では、FC<20%では細粒分含有率が小さいほど飽和度も低下する傾向が見られるが、バラツキは大きい。FC>20%以上の試料は施工後8年間経過した利根川だけが、その飽和度はほぼ100%であり、細粒分が多く含まれる土ではSCPによる飽和度の低下は期待できない可能性がある。

飽和度と5%粒径 D_5 との関係では、 D_5 が0.01mm以下では飽和度は100%に近く、 D_5 が大きいほど飽和度が低下する傾向が見られる。施工直後地盤では D_5 が同じでも飽和度に大きな違いが見られる。これは、SCP砂杭からの距離が増加するに従って飽和度が低下すること^りなど他の要因が影響しているものと考えられる。図2(c)と図3(c)を比較すると、 D_5 が0.03mm以上の範囲では施工直後の改良地盤と古い改良地盤の飽和度には明確な差が見られない。これは、施工直後の地盤の飽和度が時間の経過によって大きくは変化しないことを示唆するものである。また、SCPの改良率による違いも認められない。

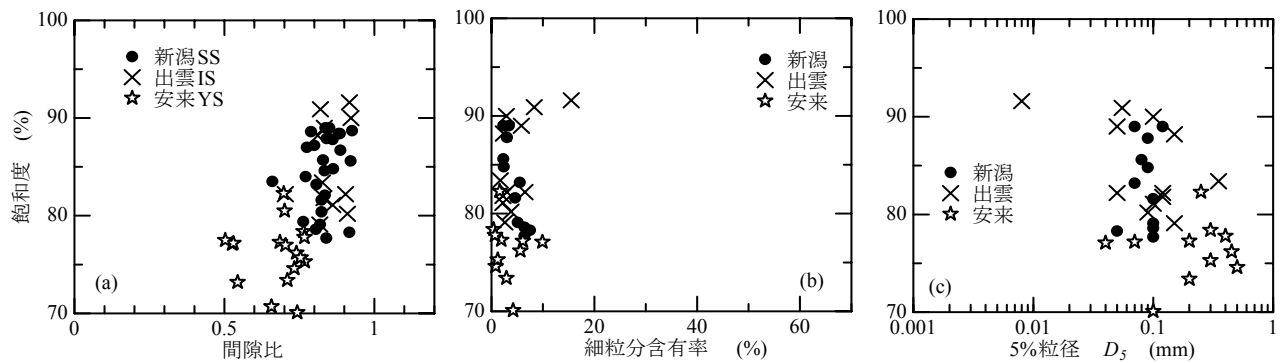


図2 施工直後のSCP改良地盤の飽和度と土の物理特性との関係

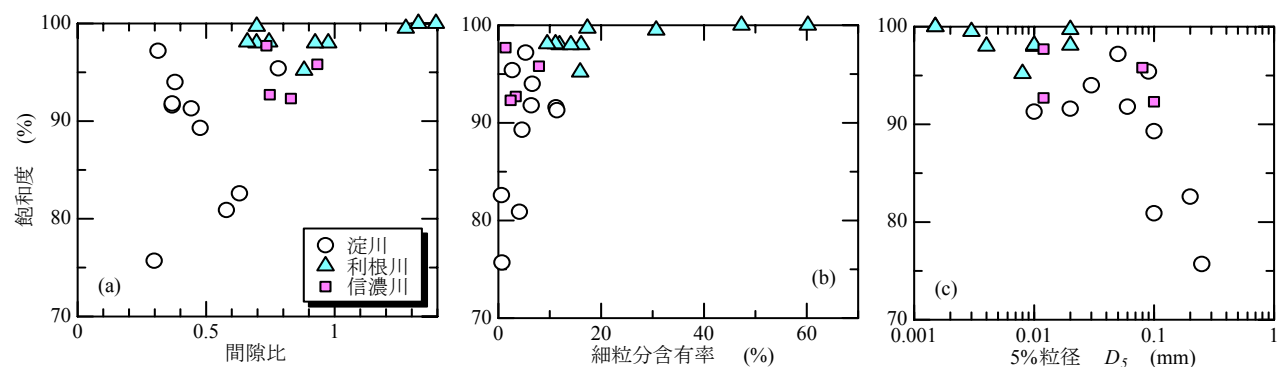


図3 古いSCP改良地盤の飽和度と土の物理特性との関係

おわりに

施工年代の異なるSCP改良地盤から凍結サンプリング法により試料採取し地盤の飽和度を測定した。その結果、改良地盤の飽和度は土の粒径に依存し、5%粒径が大きいほど(細粒分が少ないほど)低く、また細粒分含有率がある程度以上になるとSCPによる飽和度の低下は期待できないことが分かった。

参考文献

- (1) 岡村・石原・大下(2003): Liquefaction resistance of sand deposit improved with sand compaction piles, S&F, 43(5), 175-187
- (2) 岡村・石原・田村(2003): SCPで改良された砂質土地盤の26年後の飽和度, 第38回地盤工学研究発表会,