

山口大学工学部 正会員○松田 博
運輸省第四港湾建設局宇部工事事務所 甲斐 広文
山口大学大学院 学生員 中川 義守

1. まえがき 近年は構造物の大型化、また急速施工の要請から港湾工事においては一般的に砂置換率70-80%としたSCP工法による地盤改良が行われることが多い。施工実績が少ない中で、徳山下松港では砂置換率30%のSCP工法による地盤改良工事が土砂処分場の護岸において実施された。ここでは、特にSCP打設前後に数多くの土質試験が行なわれたので、その結果をもとに、SCP打設によって搅乱を受けた砂杭周辺のいわゆる“Smear Zone”の土質特性の変化、中でも粘土中に累積する過剰間隙水圧の大きさの把握、搅乱の影響範囲、強度変化および強度回復の時間的特性、過剰間隙水圧消散とともに体積変化等について明確にすることを目的としていくつかの検討を行なったので報告する。

2. SCP打設に伴う粘土地盤の土質特性の変化 <土質調査位置> ポーリング調査地点をFig. 1に示す。現場は、水深約-10mで、-23m付近まで沖積粘土層、その下には洪積世の砂礫層が分布している。Fig. 1の斜線部が今回SCP改良を行なった箇所であり、図中のA, B, Cは打設船を意味する。また、ボーリング箇所を●で示している。なお、No. 1, 9ではSCP打設により盛り上がった地盤にさらに敷砂や雑石が敷設された。

<密度、含水比、コシステソーの変化> SCP打設に伴う粘土層の地盤改良効果を把握するためFig. 2, 3に湿潤密度 ρ_t 、自然含水比 w_n の深さ方向の分布を示した。深さ方向の ρ_t の増加、 w_n の減少はほぼ一様であるが、若干変化が大きいのは上部層においてである。また、Fig. 1に示したように、施工は3種類のSCP打設船で行っており、各船ごとに連装数や打設方法も異っているため、B船での施工区域(No. 1, 9)とC船での施工区域(No. 3, 7, 8)を別々に比較すると、 ρ_t 、 w_n は時間の経過とともに徐々に変化し、明かに改良効果が見られる。Fig. 4はSCP打設前後の含水比の相対頻度分布を示したものである。

データ総数は打設前が144個、打設後は104個である。同図より明確にSCP打設による含水比の低下が伺える。特にSCP打設前は含水比のばらつきが比較的大きかったのに対して打設後は、ばらつきも少なくなっている。Fig. 5はSCP打設前後の自然含水比と湿潤密度との関係を示したものであって、打設前後における変化はみられない。また、

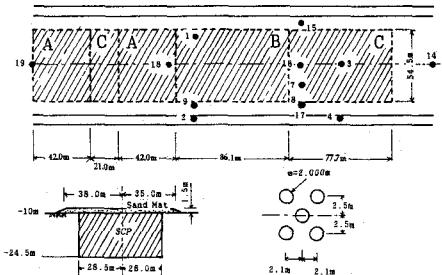


Fig. 1

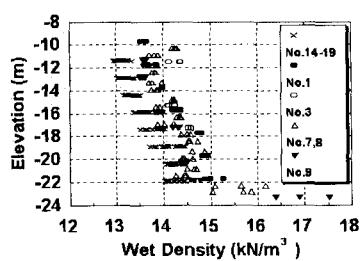


Fig. 2

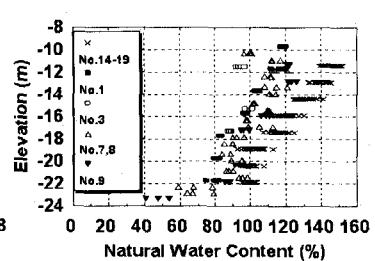


Fig. 3

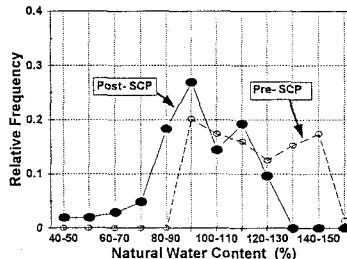


Fig. 4

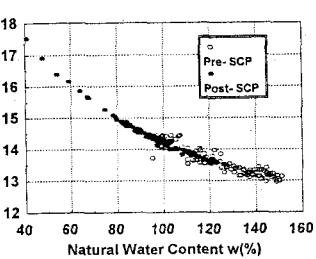


Fig. 5

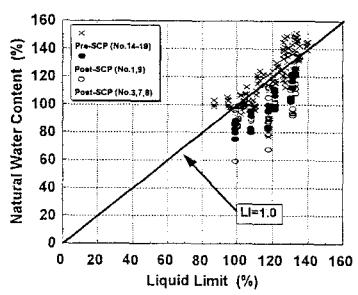


Fig. 6

Fig. 6に液性限界～自然含水比の変化を示した。 $w_L = w_n$ の不安定な状態が搅乱により $w_L > w_n$ となり、圧密排水による含水比の低下により地盤が改良され安定した状態になっている。

<圧密特性> SCP打設に伴って圧密特性がどのように変化したかを把握するためSCP打設前後の $e - \log P$ 関係の変化を示したものがFig. 7であって、SCP打設による搅乱の影響が明確に見られる。そこで圧縮指数の変化を見るためにFig. 8に $C_c \sim PI$ 関係図を示した。原地盤では長年にわたる堆積によって C_c がやや大きい傾向にあったが、2ヶ月後では、SCP打設によって、かなり明確に C_c は低下していることが分かる。

また▲は12ヶ月後の結果であるが C_c の値も多少回復してきている。同図にはWrothによって示された次式の直線も示した。 $C_c = (0.5 \cdot G_s \cdot PI) / 100$

本施工区域の粘性土層は C_c がやや大きく、SCP打設によりWrothの示したラインまで低下している。また、SCP打設前後の圧密圧力～圧密係数の関係を示したもののがFig. 9である。圧密排水効果によって圧密が促進され C_v が低下しているが、圧密圧力を大きくしていくとその差は無視できる程度に減少していることがわかる。

<一軸圧縮強度の変化> Fig. 10はSCP打設前後の破壊ひずみ相対頻度をあらわしたものである。SCP打設によって破壊ひずみが増加しており、SCP打設による搅乱の影響を明確にとらえることができる。また、破壊ひずみと経過時間の関係を示したもののがFig. 11である。両者の関係より、Fig. 1で示したB船とC船の違いがわかる。さらに、 q_u の変化については、土被り圧の変化を考慮した地中応力の増分を算出し、搅乱による強度増加と土被り圧増加に伴う強度増加を分離し、それぞれ比較した。Fig. 12にB船の施工区域での q_u の変化と q_u の深さ方向の推定値を示した。No. 1, 9で示される q_u は土被り圧増加に伴う強度増加とほぼ等しくなっている。また上部層においては、12(No. 9)～16ヶ月(No. 1)後にかけて q_u は低下する傾向が見られる。これは雑石・敷砂施工の影響と思われる。一方Fig. 13ではC船の施工区域の q_u の変化と、盛上がり高を1又は3mとしたときの q_u の深さ方向の推定値を示した。 q_u は2(No. 7, 8)～6ヶ月後(No. 3)にかけて増加する傾向がみられ、特に、上部層における q_u の増加が顕著に現れている。

3. あとがき SCP打設とともに土質特性の変化について検討を行った。その結果、強度、圧密・変形特性の変化についていくつかの知見を得ることが出来た。これらの結論は繰返し載荷を受けた粘土の強度・変形特性とも密接に関連する。

参考文献：甲斐信治(1992)「SCP工法による地盤の盛り上りについて -徳山下松港-」第四港湾建設局宇部工事事務所。

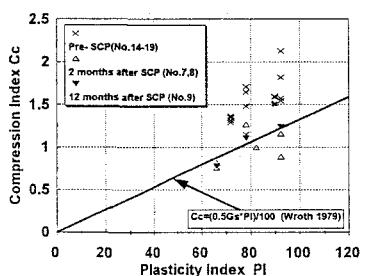
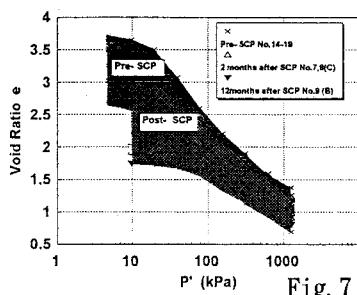


Fig. 7

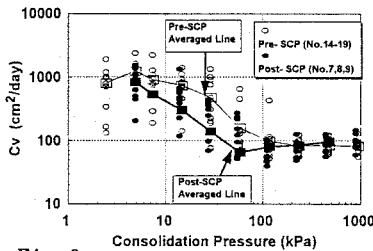


Fig. 9

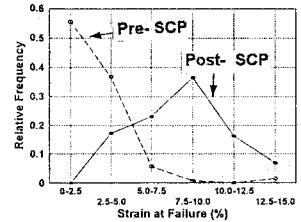


Fig. 10

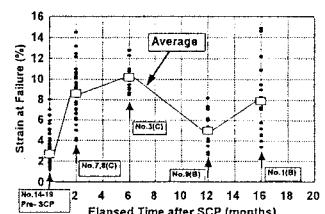


Fig. 11

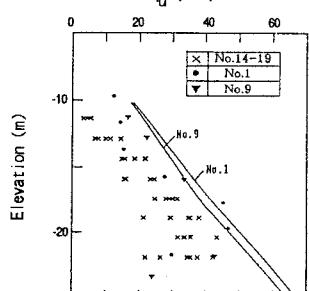


Fig. 12

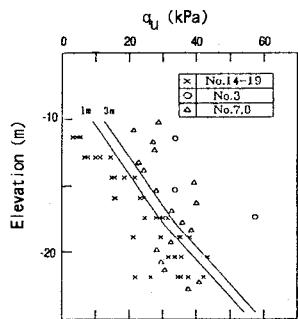


Fig. 13