

応力履歴が砂質土の液状化特性に及ぼす影響

防衛大学校建設環境工学科 学○徳田幸隆 正 山口晴幸

1. はじめに

SCP 工法は、締固めを改良原理とする代表的な液状化対策工で多くの施工実績を有している。SCP 工法では、密度の増加を液状化強度の増加として設計や改良効果を評価しているが、密度増加以外の効果も指摘されている¹⁾。本研究では、砂杭打設に伴う応力履歴をモデル化し、その条件を供試体に作用させて液状化試験を実施し、応力履歴が液状化特性に及ぼす影響について検討した。本文ではその結果について報告する。

2. 実験概要

SCP 工法では、砂杭を拡張して地盤を締固める。その様子を模式的に図-1に示す。まず、砂杭周辺の土は、砂杭の拡張によってせん断され、間隙水圧の消散とともに密実化すると考えられる。このとき、砂杭の剛性が十分高ければ、砂杭周辺の土は側方ひずみが拘束された状態で圧密されることになる。本研究では、砂杭の拡張過程を「非排水せん断」、そして、拡張後の圧密過程を「過剰間隙水圧の消散を伴う応力緩和」とモデル化できると考えている。今回の実験は、三軸試験装置を用いて、このモデル化した応力履歴（以下、SCP 履歴と呼ぶ）を与えた後の供試体に対し液状化試験を実施したものである。

実験で用いた試料は豊浦砂と岩国市で採取したまさ土で、2mm ふるい通過したものを用いた。各試料の粒径加積曲線を図-2に、その主な物性値を表-1に示す。供試体は直径5cm 高さ10cm のものを空中落下法で作製し、飽和状態($B \geq 0.98$)で実施した。また、各試料とも初期相対密度 $D_{ri}=50\%$ 、初期拘束圧 $\sigma'_0=98\text{kPa}$ で設定している。

一連の実験では、SCP 履歴を与えた場合と、比較のため同じ応力状態になるように初期せん断を与えた場合の2通り実施した。その载荷経路の模式図を図-3に示す。SCP 履歴では、等方圧密後ひずみ制御で非排水せん断を行い、変相線 PTL に達したら軸変位を固定して、過剰間隙水

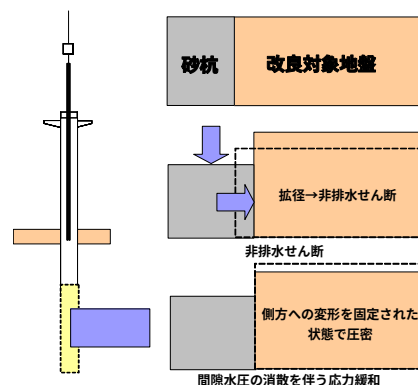


図-1 拡張に伴う砂杭周辺の挙動

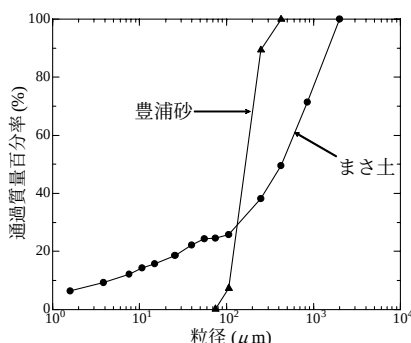


図-2 実験試料の粒度分布

表-1 実験試料の物性値

	$\rho_s(\text{g/cm}^3)$	$D_{50}(\text{mm})$	e_{max}	e_{min}	細粒含有率
豊浦砂	2635	0.15	0.974	0.602	0%
まさ土	2633	0.43	1.038	0.645	23%

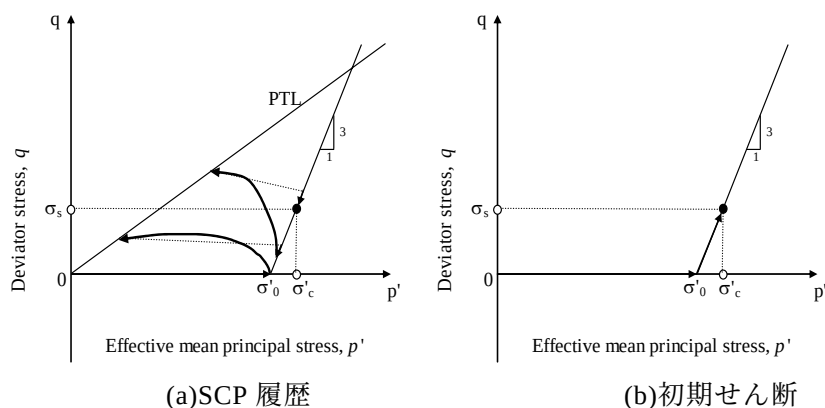


図-3 液状化試験実施前の载荷経路

キーワード：砂質土、SCP、応力履歴、液状化特性

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL：046-841-3810 FAX：046-844-5913

圧の消散させるというステップを 2 回繰返した。そして、軸差応力が σ_s の状態にある供試体に対し液状化試験を実施した。初期せん断を与えた場合の実験では、同じ σ_s に達した後液状化試験を実施したものである。また、液状化試験は応力反転のある場合 (Reversal) とない場合 (No reversal)を実施している。

3. 実験結果と考察

豊浦砂の結果を図-4に示す。一連の図では、左側が SCP 履歴で右側が初期せん断の場合の結果である。履歴の影響は载荷初期に現れ、SCP 履歴では载荷初期に高い剛性を示し、初期せん断では流動的な変形を示した。その後の挙動や繰返し回数に大きな違いは認められず、応力履歴に対する依存性が小さいことが分る。

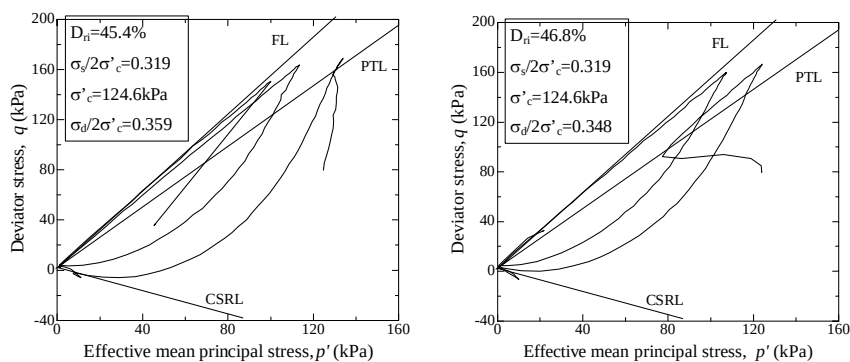
まさ土の結果を図-5に示す。図の配置は豊浦砂の場合と同じである。まさ土の場合は、载荷初期の挙動は豊浦砂の場合と同じであるが、その後の挙動や繰返し回数に対して顕著な違いが観察された。

いずれの試料においても液状化試験開始時における相対密度の差はそれほど大きくないことから、SCP 履歴ではその履歴の過程で内部構造が変化し、より安定した構造へ変化したものと考えられる。

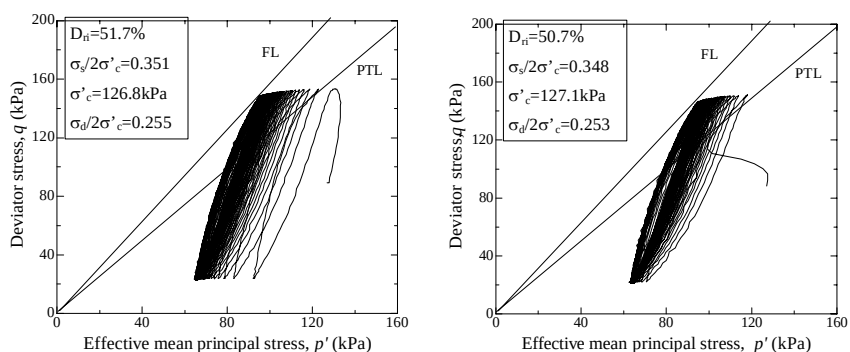
SCP 工法では、密度の増加に加え、拘束圧の増加や内部構造の変化による安定化が期待でき、これらの効果を SCP の設計や改良効果の評価に加えることでより効率的な施工ができるものと考ええる。

参考文献

- 1) 土質工学会：液状化対策の調査・設計から施工まで、1993

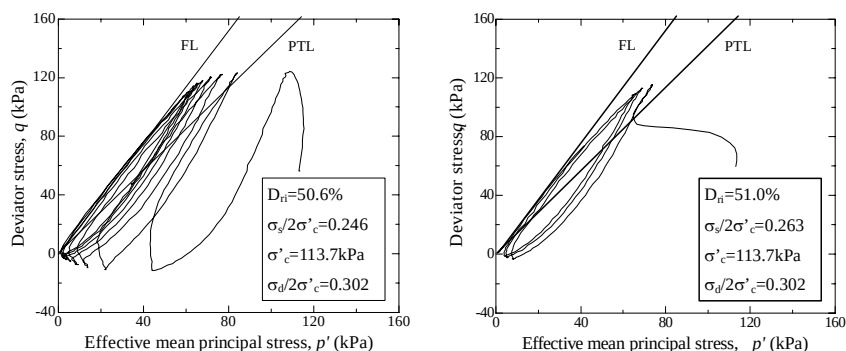


(a)Reversal

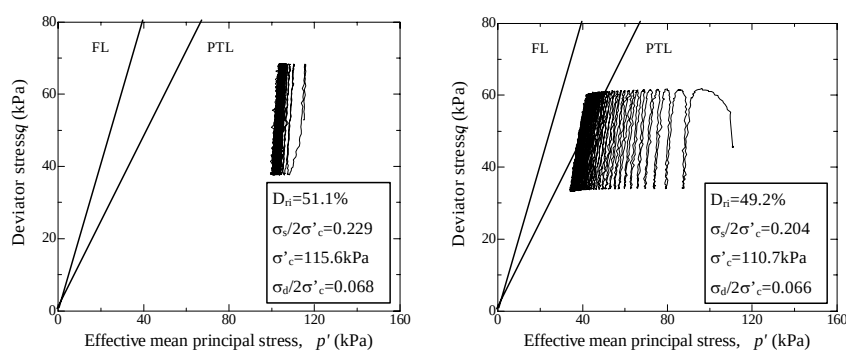


(b)No reversal

図-4 応力履歴後の液状化特性（豊浦砂）



(a)Reversal



(b)No reversal

図-5 応力履歴後の液状化特性（まさ土）