

SCP 改良地盤の巨視的応答特性に及ぼす土圧再配分特性の影響

名古屋工業大学 学生員 ○桑原直範
名古屋工業大学 正会員 前田健一

1. はじめに

サンドコンパクションパイル (SCP) 工法の主な改良効果として SCP の打設に伴う原地盤の密度増加が考慮されている。しかし、計測結果などから SCP 打設による周辺地盤では側方水平土圧の増加、過圧密履歴による地震応答特性性の改善および液状化抵抗の増加が報告されている¹⁻⁴⁾ (図-1)。また、改良効果については改良前・後の N 値による検討が主体であり、改良後の地盤全体としての動的特性による評価されていない⁵⁾。

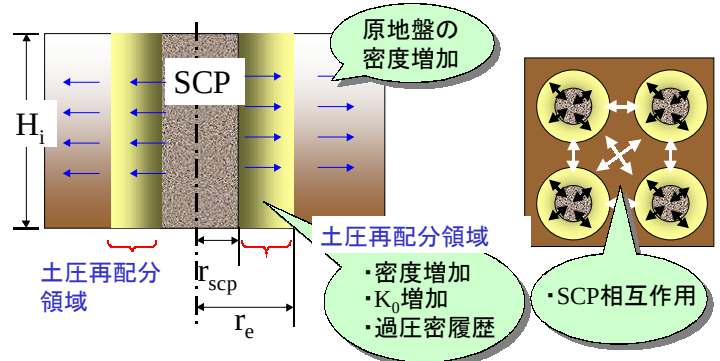


図-1 SCP と周辺地盤

本研究では、SCP 周辺の土圧の再配分を考慮した改良地盤の巨視的地震応答特性を均質化法を用いて検討する。

2. 均質化法を用いた改良地盤の地震応答解析方法

本研究では、SCP の打設に伴って、図-1 に示すように SCP の周辺には密度増加だけでなく土圧が増加し動的特性が向上した領域が同心円状 (複合杭状) に生じていると考える。したがって、SCP 改良地盤を複合杭が原地盤に介在した成層不均質地盤として取り扱う。改良地盤を適当な成層に分割し、各層において複合杭と密度増加した原地盤部分に関して均質化法⁶⁾を用いる。改良地盤を各層が均質な多層成層地盤とみなし、重複反射線形弾性応答解析を行う⁷⁾。SCP 置換率 a_s の場合について、各層の平均剛性の算出方法を表-1 に示す。

表-1 任意の分割層における剛性の均質化法 (単純せん断成分のみ表示)

領域	打設後の密度及び応力	各部分のせん断剛性	各部分平均剛性	層の平均剛性
原地盤 (初期間隙比 e_0)	密度増加: $-(1+e_0) \cdot a_s$ $p = p_0 = (1+2K_{h0}) \sigma_v / 3$	$G^M = 330 \frac{(2.973-e)^2}{1+e} \left(\frac{p}{p_a} \right)^{0.5}$	—	$\bar{G} = \frac{G^M}{1 - \frac{f(G^e - G^M)}{G^M + 2S(G^e - G^M)}}$
土圧再配分領域 半径 $r = r_e$	密度増加 $\Delta e = (1+e_0) \cdot a_s$ $p = p_0 = (1+2K_h) \sigma_v / 3$	$G^b = 330 \frac{(2.973-e)^2}{1+e} \left(\frac{p}{p_a} \right)^{0.5}$	複合杭部分剛性 $G^e = \frac{G^a(1+c) + G^b(1-c)}{G^a(1-c) + G^b(1+c)}$ $c = (r_{scp}/r_e)^2$	$f = a_s (1/c)^2 = a_s (r_e/r_{scp})^2$ $S = \frac{1}{4}$: Eshelby 方法
SCP 部分 半径 $r = r_{scp}$	SCP 部分間隙: e_{scp} $p = p_0$	$G^a = 1400 \frac{(2.17-e)^2}{1+e} \left(\frac{p}{p_a} \right)^{0.5}$		

3. 解析結果および考察

本報告では改良前の原地盤の間隙比 $e_0=0.77$ 、解析地盤層厚を 20m とし 10 層に分割し、基盤波速度を 365m/sec. (N 値=50 相当) としている。また、上表で SCP 打設 (SCP 半径を r_{scp}) に伴い水平土圧に変化が生じる土圧再配分領域 r_e (図 1) を $r_e/r_{scp}=2.0$ とし、水平土圧増加率 K_h/K_{h0} (K_{h0} , K_h はそれぞれ、改良前・後の静止土圧係数。ここでは $K_{h0}=0.5$) を変化させている。ここで、 $K_h/K_{h0}=1$ は水平土圧が打設に伴い変化しないことを意味する。

図-2 は改良地盤の応答特性に及ぼす改良率 a_s の影響を示す。改良率の増加に伴い、基盤入力 A_B に対する地表面応答 A_1 の増幅率 A_1/A_B は低下し $a_s=60\%$ では未改良の増幅率の約 1/2 である。また、固有周波数も高くなり、十分な改良効果がみられる。図-3 と図-4 はそれぞれ $a_s=15, 30, 60\%$ において打設に伴う水平土圧増加を考慮した場合について示している。いずれの場合にも土圧増加に伴い改良地盤全体の耐震性が向上している。さらに、詳しく調べるために、図-5、6 はそれぞれ、改良による地盤の応答低減率 r_t ($=$ (改良地盤の最大応答) / (未改良地

キーワード: SCP 工法、均質化、土圧再配分、地震応答解析、マイクロメカニクス
連絡先: 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 Tel.&Fax. 052-735-5497

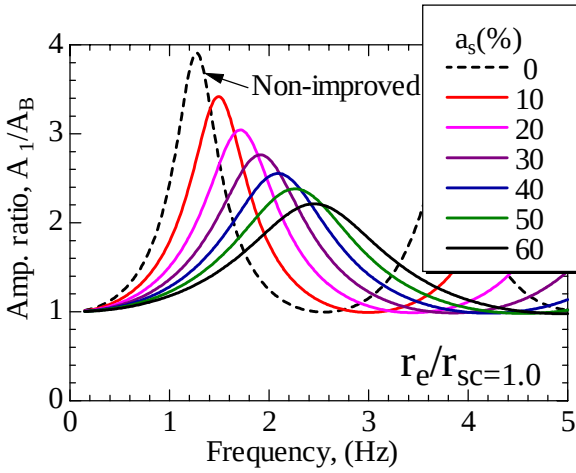


図-2 改良地盤の地震応答特性に及ぼす改良率 a_s の影響

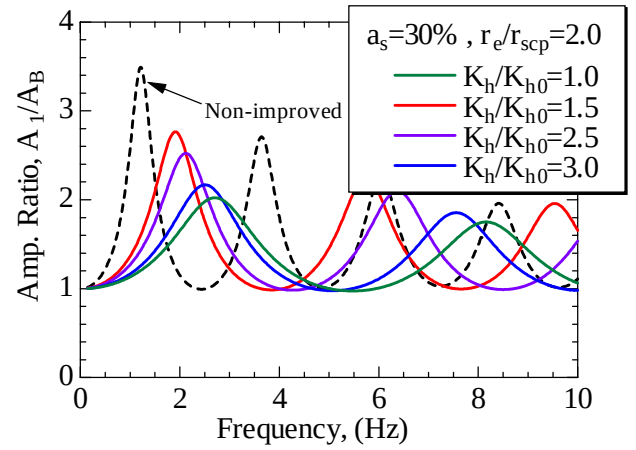


図-3 改良地盤の地震応答特性に及ぼす水平土圧増加率 K_h/K_{h0} の影響: 改良率 $a_s=30\%$

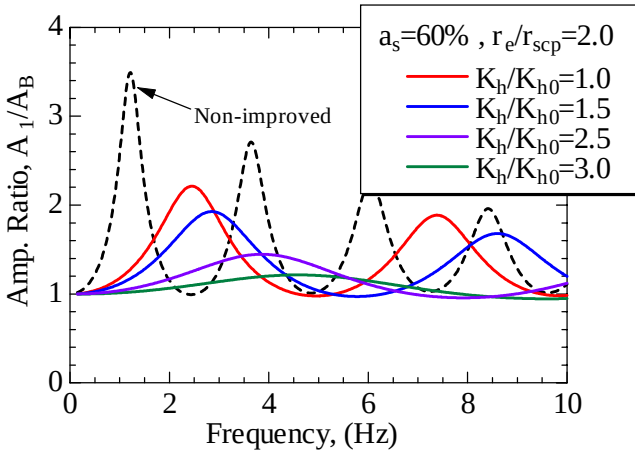


図-4 改良地盤の地震応答特性に及ぼす水平土圧増加率 K_h/K_{h0} の影響: 改良率 $a_s=60\%$

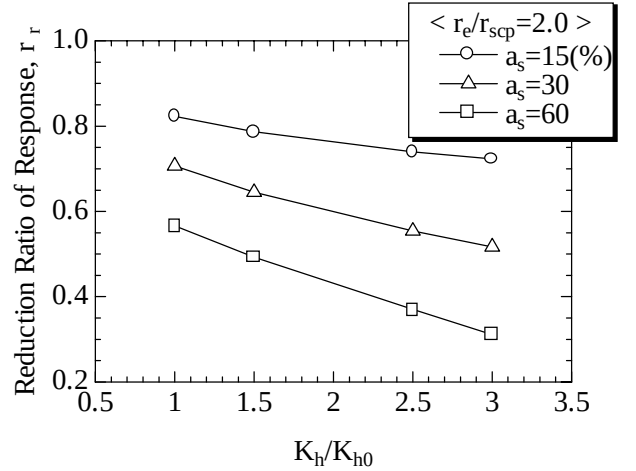


図-5 改良地盤の応答低減率に及ぼす置換率 a_s と水平土圧増加率 K_h/K_{h0} の影響

盤の最大応答))と改良地盤の基本固有周波数について水平土圧増加率 K_h/K_{h0} と改良率 a_s との関係でまとめている。改良率 $a_s=60\%$ においては、水平土圧増加を考慮しない場合 ($K_h/K_{h0}=1.0$)、低減率 $r_r \approx 0.6$ である。しかし、土圧増加を考慮した $K_h/K_{h0}=2.0$ の場合³⁾には、 $a_s=30\%$ の低置換率であっても同程度の効果が期待できる。したがって、定量的な土圧再配分と改良地盤全体の応答特性を考慮することで現行法にくらべてかなり経済的な液状化対策が可能になるものと考えられる。

参考文献:

1)地盤工学会, 液状化対策の調査・設計から施工まで, pp.175-200, 1998. 2)山本他, 締固め砂杭工法を用いた緩い砂質地盤の液状化対策の新しい設計方法, 土と基礎, No.11, pp.17-20, 2000. 3)木村, コンパクションパイル打設地盤の K_0 値について, 第 21 回地盤工学研究発表会, pp.1863-1864, 1986. 4)大石他, 砂礫の液状化特性における側方拘束圧依存性, 第 35 回地盤工学研究発表会講演集, pp.993-994, 2000. 5) 荒井他, コンパクションパイルの複合地盤特性が液状化に与える影響, 土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集ⅢB-206, 2000. 6)Mura, T., Micromechanics of defects in solids, 1993. 7)山内他, SCP 打設による土圧変化を考慮した改良地盤の巨視的応答特性, 第 35 回地盤工学研究発表会, 2001, [掲載予定].

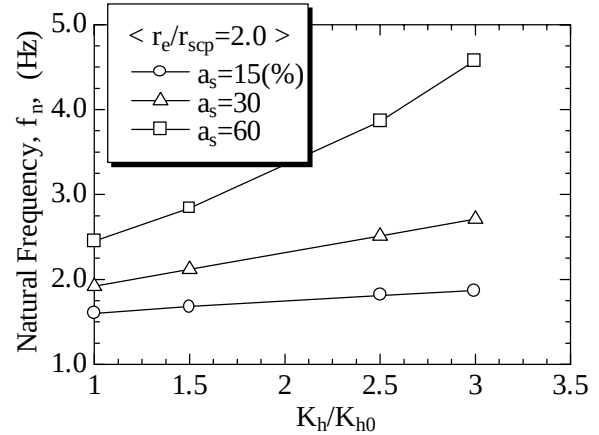


図-6 改良地盤の基本固有周波数に及ぼす置換率 a_s と水平土圧増加率 K_h/K_{h0} の影響