

Ⅲ-A138

地盤・盛土の地震時挙動に影響を与える地盤改良効果

北海道開発局開発土木研究所 正会員 林 宏親 正会員 西川 純一 谷口啓二郎  
 飛鳥建設(株)技術研究所 正会員 三輪 滋 正会員 池田 隆明

1. はじめに

北海道苫小牧市、ウトナイ湖南部の軟弱地盤において液状化アレー観測が実施されている<sup>1)2)3)</sup>。1996年には、盛土路体内にも地震計を追加設置している<sup>4)</sup>。1993年釧路沖地震での観測記録を用いて、近接している盛土が地盤の観測記録に影響を与える可能性を検討し<sup>5)</sup>、さらに一次元等価線形法による解析が観測記録をよく表現できることを明らかにした<sup>6)7)</sup>。ここでは、盛土側方がサンドコンパクションパイル工法(SCP)により改良されていることから、それが地盤・盛土の地震時挙動に与える影響を二次元 FEM 解析で検討したので報告する。

2. 地震観測地点

図-1に観測地点付近の平面図を示す。盛土側方は液状化対策を目的に、深さ15m幅15mの範囲でSCPにより地盤改良されている。

3. 検討手法

図-2に二次元FEMモデルを示す。図-3に未改良地盤と改良地盤の解析パラメータを示す。検討対象地点は地盤改良部を除くと水平成層と考えられるので、成層にモデル化している。解析モデルの境界条件は図-2中に示すとおりである。解析手法は等価線形化法(有効ひずみ=0.4)を用いた。改良効果を検討するために地盤改良を考慮するモデルと考慮しないモデルを設定した。入力地震動は1993年1月15日の釧路沖地震の際に工学的基盤相当のG.L.-35mで観測された波形を設置誤差補正したものである。

4. 検討結果

図-4に入力地震動に対する地表(G.L.-2m)の伝達関数について二つの解析結果を比較して示す。地盤改良を考慮した場合は、基盤から地表への伝達関数に1次の卓越が見られるが、地盤改良を考慮しない場合に較べてそれ以外の卓越が認められない。これは改良により地盤の2次以上の高次の振動モードが拘束されたためと考えられる。図-5は、盛土単体の伝達関数に近い盛土底部中央(地盤のG.L.±0mレベル)に対する盛土天端中央の伝達関数を同様に示す。地盤改良の効果は盛土部分にもおよび、盛土の振動数7Hz付近の増幅が低減されている。

図-6に最大せん断ひずみ、図-7に最大加速度、図-8に最大せん断応力の深度分布を比較して示す。地盤改良を行った

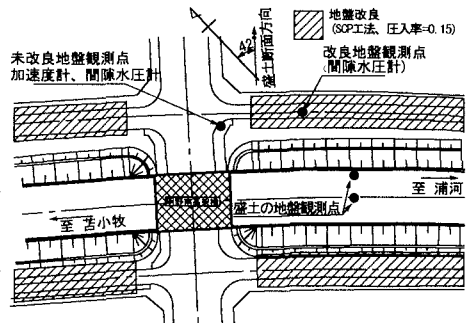


図-1 液状化アレー観測地点の平面図

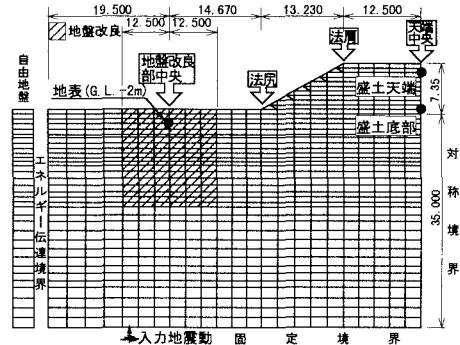


図-2 二次元解析モデル

深度 (m)	柱状図	土質区分	加速度	N 値	未改良地盤		改良地盤		Vp 百分率	
					V <sub>1</sub> (1/f)	V <sub>2</sub> (1/f)	V <sub>1</sub> (1/f)	V <sub>2</sub> (1/f)		
0		空土	天端	1029304050	1.40	180	4928		710	
0		砂	G.L.-5m		1.66	180	5465	1.95	213	9027
2		砂	G.L.-10m		1.50	180	1852	1.80	175	5628
4		シルト	G.L.-15m		1.40	110	1067	1.06	2150	710
6		シルト	G.L.-20m		1.50	180	1852	1.80	157	4527
8		砂	G.L.-25m		1.40	105	1575	1.70	183	5808
10		砂	G.L.-30m				1695		9083	110
12		砂	G.L.-35m		1.48		3856	1.78		6420
14		砂	G.L.-40m			160		188		118
16		砂	G.L.-45m		1.55		4046	1.85		6672
18		シルト	G.L.-50m		1.51	140	3020			1300
20		シルト	G.L.-55m							20
22		砂	G.L.-60m							21
24		砂	G.L.-65m							22
26		砂	G.L.-70m							23
28		砂	G.L.-75m							24
30		砂	G.L.-80m		1.95	230	10626			25
32		砂	G.L.-85m		1.75		9446			26
34		砂	G.L.-90m		2.05	400	33466			27
36		砂	G.L.-95m							28
38		砂	G.L.-100m							29
40		砂	G.L.-105m							30
42		砂	G.L.-110m							31
44		砂	G.L.-115m							32
46		砂	G.L.-120m							33
48		砂	G.L.-125m							33

図-3 解析パラメータ

液状化アレー観測、地震時挙動、地盤改良、地震応答解析  
 札幌市豊平区岸岸1条3丁目, TEL.011-841-1111, FAX.011-824-1226, e-mail hayashi@ceri.go.jp

場合、行っていないものに比べ、最大せん断ひずみが改良部で大きく低減されている。また、盛土部では地盤改良がない場合に大きなひずみの生じる G.L.-2m ~ G.L.-10m のシルト層で、ひずみが抑えられている。これに伴い、最大加速度やせん断応力も盛土部やその下のシルト層で低減している。最大加速度は盛土内での増幅が抑制されている。以上、地盤改良により、改良部だけでなく盛土にも効果が及び、応答が低減されることが分かった。

5. まとめ

二次元 FEM 解析の結果、盛土周辺の地盤改良は、①地盤改良部だけでなく盛土部のせん断ひずみを低減させる、②盛土部の加速度応答を低減させ、かつ盛土およびシルト層に生じるせん断応力も低減させることがわかった。

謝辞：地震観測にあたっては北海道開発局苫小牧道路事務所の関係各位に多大なるご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献：1)小田島 大、能登 繁幸、林 宏親：火山灰地盤における間隙水圧観測システム、土木学会第47回年次学術講演会概要集第Ⅲ部門、pp.806-807、1992、2)西川 純一、小田島 大、森 伸一郎、三輪 滋：1993年釧路沖地震における液状化アレー観測、土と基礎、Vol.42、No.3、pp.57-62、1994、3)西川純一、小田島 大、森 伸一郎、三輪 滋、関 宝琪：苫小牧市の砂地盤における液状化アレー観測、第9回地震工学シンポジウム、pp.655-660、1994、4)林 宏親、西川 純一、谷口 啓二郎：地盤および道路盛土におけるアレー観測、第24回地震工学研究発表会、pp.117-120、1997、5)谷口 啓二郎、西川 純一、林 宏親、森 伸一郎、三輪 滋、池田 隆明：液状化アレー観測地点における近接道路盛土の影響、第24回地震工学研究発表会、pp.121-124、1997、6)池田 隆明、森 伸一郎、三輪 滋、西川 純一、林 宏親、谷口 啓二郎：液状化アレー観測記録に対する等価線形法の適用性、第24回地震工学研究発表会、pp.125-128、1997、7)林 宏親、西川 純一、谷口 啓二郎、池田 隆明、三輪 滋、森伸一郎：液状化アレー観測記録を用いた地盤の地震時挙動の検討、第10回日本地震工学シンポジウム(投稿中)、1998

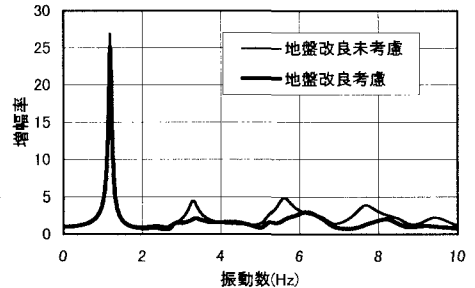


図-4 入力地震動に対する地表(G.L.-2m)の伝達関数

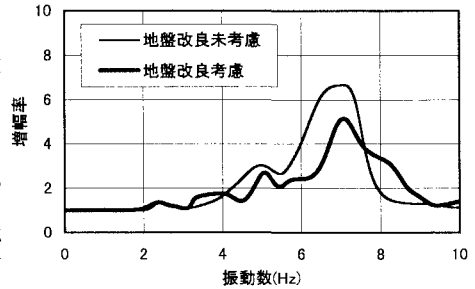


図-5 盛土底部(地盤のG.L.±0m)に対する盛土天端の伝達関数

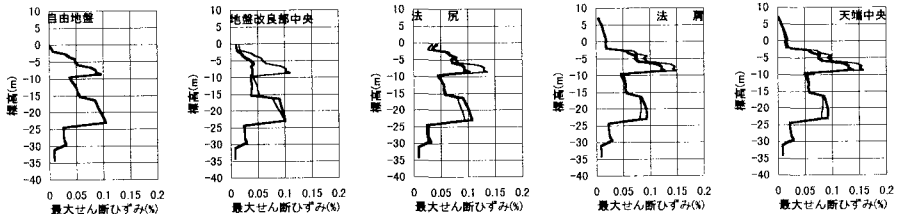


図-6 地盤改良を行った場合と行っていない場合との最大せん断ひずみの深度分布の比較(細線:未改良、太線:改良)

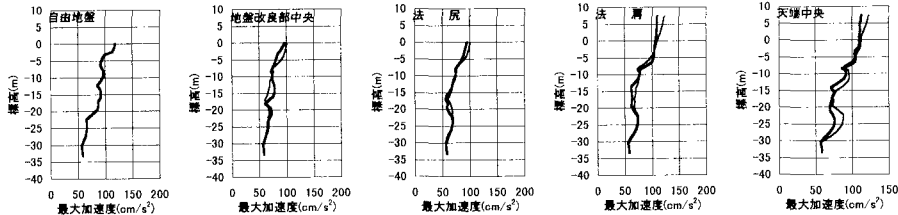


図-7 地盤改良を行った場合と行っていない場合との最大加速度の深度分布の比較(細線:未改良、太線:改良)

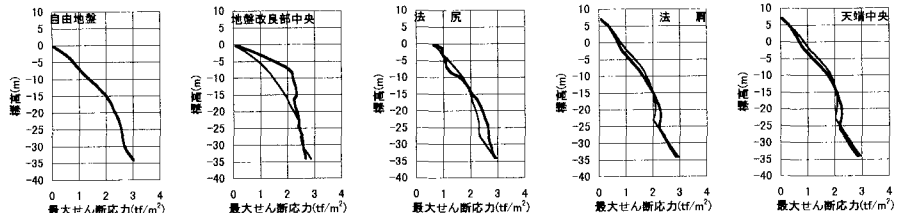


図-8 地盤改良を行った場合と行っていない場合との最大せん断応力の深度分布の比較(細線:未改良、太線:改良)