

コラムリンク工法と杭状改良工法の周辺地盤変位抑止効果の比較

竹中土木 正会員 津國 正一
 土木研究所 正会員 堤 祥一
 清水建設 正会員 川崎 廣貴
 大成建設 正会員 堀越 研一

1. はじめに

壁状改良と杭状改良を組合せたコラムリンク工法（CL 工法）は、壁状改良部の遮断効果と盛土荷重分担効果によって周辺地盤の変位抑止効果が大きく¹⁾、現在、熊本宇土道路で試験施工中²⁾である。CL 工法の周辺地盤変位抑止効果について、低改良率の杭状改良工法との比較を、同一性能を発揮するのに必要な改良土量に着目して、3次元 FEM 解析コード MuDIAN³⁾を用いた解析によって比較を行った。

2. 解析モデルと地盤パラメータ

図 - 1 は CL 工法の 3 次元解析モデルである。盛土の下は地表面のせん断強度 $C_u=9.6\text{kPa}$ 、地表面-19.8m で $C_u=32.1\text{kPa}$ となる強度分布に設定した軟弱地盤¹⁾で、関口・太田モデルでモデル化した。その下の支持層はヤング率 $E=56\text{MPa}$ に設定し、弾性要素でモデル化した。改良土は一軸圧縮強度 $q_u=1\text{MPa}$ 、 $E=170\text{MPa}$ の弾性要素。盛土直下に敷設する引張り強度 100kN/m の敷網材は弾性板要素でモデル化した。内部杭と外部杭の改良率は 10% で、側部壁は法肩に配置している。盛土は弾性要素 ($E=28\text{MPa}$, $\nu=0.33$) でモデル化し、未改良の更地地盤 ($k_0=0.5$) の初期応力状態から、盛土自重を 70 日間で載荷して 30 年後まで放置した。

CL 工法と比較のための杭状改良工法の解析は、杭長 5m, 10m, 15m, 着底(19.8m)に対して改良率 10%と改良率 18%のパターンで行った。盛土高さ 7m ($\gamma=1.9\text{t/m}^3$) と $q_u=1\text{MPa}$ から決まる杭状改良の必要改良率 13%に対する結果は、改良率 10%と改良率 18%の結果を線形補間して求めた。改良杭配置以外の条件は、CL 工法の解析と同一条件で行った。

3. 周辺地盤変位抑止効果の比較

表 - 1 に CL 工法の改良杭配置断面図と解析結果を示す。図 - 2 は CL 工法と杭状改良工法で、改良土量と盛土天端沈下量の比較を示している。内部杭長を短くした時の盛土天端沈下量の増加割合は、外部杭長を短くした時よりも大きいことから、盛土沈下抑止には内部杭の効果が大きく、

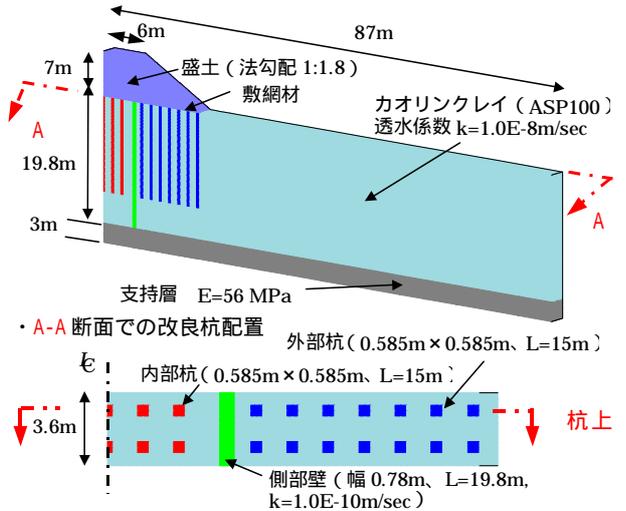


図 - 1 CASE-1 (CL 工法) の解析モデル

表 - 1 コラムリンク工法の解析ケースと結果

	CASE-0(未改良)	CASE-1(CL工法)	CASE-2(CL工法)	CASE-3(CL工法)	CASE-4(CL工法)	CASE-5(CL工法)
杭配置断面図						
盛土高さ	7.0 m	7.0 m	7.0 m	7.0 m	7.0 m	7.0 m
内部杭長	-	15.0m	10.0m	5.0m	15.0m	15.0m
外部杭長	-	15.0m	15.0m	15.0m	10.0 m	5.0m
側部壁長	-	19.8 m				
盛土沈下量盛立終了(70日後)	933 mm	147 mm	165 mm	185 mm	151 mm	158 mm
盛土沈下量最終(30年後)	2227 mm	167 mm	196 mm	216 mm	180 mm	190 mm
のり尻10m位置での鉛直変位	408 mm	1.3 mm	3.9 mm	4.6 mm	3.1 mm	7.4 mm
のり尻10m位置での水平変位	678 mm	5.9 mm	13.1 mm	16.6 mm	10.9 mm	28.2 mm
改良土量	-	153.1 m ³	144.6 m ³	136.0 m ³	129.2 m ³	105.2 m ³

キーワード：深層混合処理、地盤改良、変状抑止、3次元 FEM

連絡先：(株)竹中土木技術・生産本部 (〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 TEL 0476-77-1291 FAX 0476-47-7744)

外部杭の盛土沈下抑止効果は小さいことが分る。

図 - 3 と図 - 4 には改良土量と周辺地盤変位量の関係を示している。内部杭長を短くした時の方が、外部杭長を短くした時よりも少ない改良土量の変化で周辺地盤変位量が増加している。このことから内部杭を長くして盛土沈下量を減らすと、周辺地盤変位抑止効果も大きくなることが分る。また外部杭長を 15m から 10m に短くした時に比べて、外部杭長を 10m から 5m に短くした時に発生する周辺地盤変位量の増加割合が大きいことから、周辺地盤の変位を抑止するためには、一定長さの外部杭が必要で、外部杭には周辺地盤変位抑止の役割があることが分る。法尻 10m 地点での鉛直変位量を 4mm に抑えるための必要改良土量は、CL 工法の方が杭状改良工法よりも 46m³ 少なくできることから、CL 工法の周辺地盤変位抑止効果は杭状改良工法よりも優れていると言える。

内部杭長変化時、図 - 1 の杭上位置での地表面鉛直応力分布を図 - 5 に示す。内部杭長を短くした時、内部杭に発生する鉛直応力は小さくなるが圧密層厚さが増加することと、側部壁の鉛直応力が大きくなることから、内部杭下の地盤の圧密沈下量増加と側部壁の遮断効果の低下により、盛土沈下量が増加することによる側方流動量の増加で、周辺地盤変位量も増加すると考えられる。

外部杭長変化時の杭上の地表面鉛直応力分布を図 - 6 に示す。外部杭長を短くした時、内部杭に発生する鉛直応力に大きな差は生じないが、側部壁と法尻付近の外部杭に発生する鉛直応力が増加していることから、側部壁の遮断効果の低下と、法尻付近の外部杭下地盤の圧密沈下量増加で周辺地盤変位量が増加すると考えられる。

4. まとめ

内部杭は盛土沈下と周辺地盤変位抑止の両方に効果があり、外部杭は周辺地盤変位抑止に効果がある。

コラムリンク工法の周辺地盤変位抑止効果は、杭状改良工法よりも大きい。

謝辞 本研究は土木研究所と民間 13 社で実施している「側方流動対策としての地盤改良技術に関する共同研究」の成果の一部であり、ご協力いただきました関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1)堤祥一、小橋秀俊、澤松俊寿：コラムリンク工法の遠心模型実験による検討、第 61 回土木学会年次講演会、投稿中、2010
- 2)堤祥一、川原実、川崎廣孝：熊本・宇土道路における側方流動対策としてのコラムリンク工法の試験施工、第 61 回土木学会年次講演会、投稿中、2010
- 3)塩見忠彦、吉澤睦博、鬼丸貞友、津國正一：地盤と構造物の非線形性を考慮した構造解析システムの開発、竹中技術研究報告、No.54、p.1-8、1998

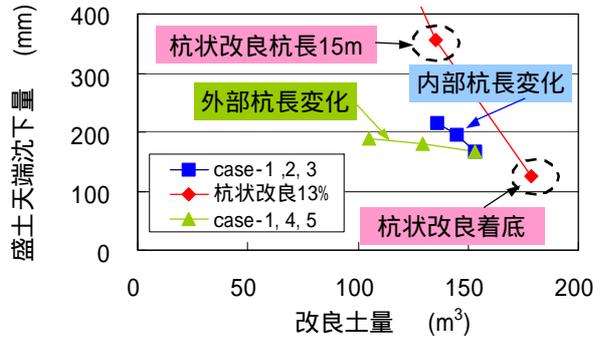


図 - 2 改良土量と盛土天端沈下量の関係

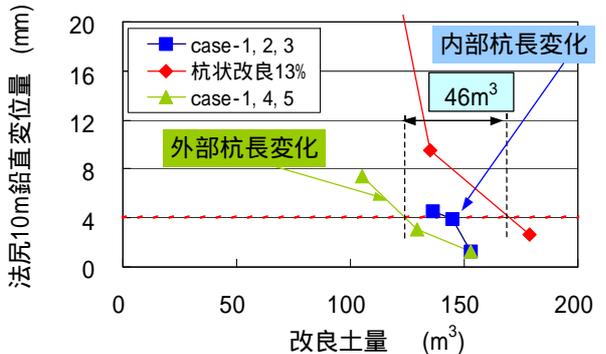


図 - 3 改良土量と周辺地盤鉛直変位量の関係

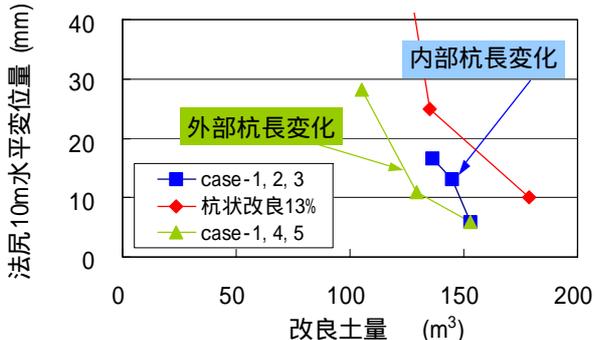


図 - 4 改良土量と周辺地盤水平変位量の関係

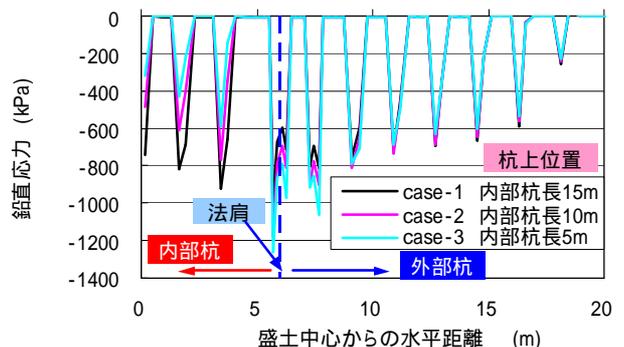


図 - 5 地表面での鉛直応力分布 (内部杭長変化)

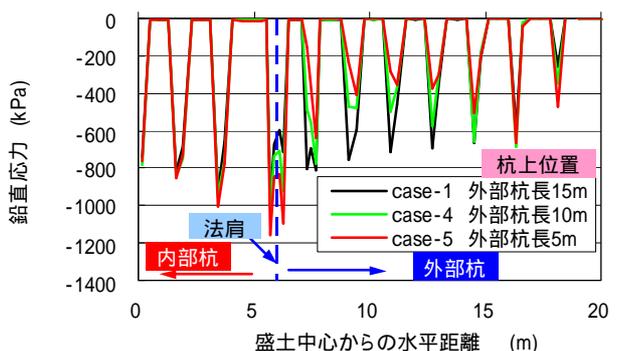


図 - 6 地表面での鉛直応力分布 (外部杭長変化)