コラムリンク工法の遠心模型実験による検討

独立行政法人土木研究所　正会員　○堤　祥一
正会員　小橋　秀俊
正会員　澤松　俊寿

1. はじめに

近年、軟弱地盤上の高盛土の基礎として、深層混合処理工法が盛んに用いられ、浮式や低改良化による経済的な地盤改良工法が提案されている。しかしながら、家屋などの近接地域では、側方流動や引き込み沈下に伴う周辺地盤への影響が起きることが懸念される。そのため、経済性と周辺地盤への影響の抑制を両立できる地盤改良工法（コラムリンク工法（以後 CL 工法））の開発を企図し、遠心模型実験による構造の検討を行った。

2. 提案する地盤改良工法の構造

側方流動や引き込み沈下への対応が可能な、ＣＬ工法の構造を図 1 に示す。改良杭を役割ごとに内部杭と側部壁、外部杭に分けて分類し、内部杭には地盤に作用する盛土荷重の低減効果を、側部壁には側方流動圧と引き込み沈下の遮断効果を、外部杭には周辺地盤への影響緩和の効果を期待している。ＣＬ工法では、内部杭や外部杭の長さを調節することで、周辺地盤への影響の抑制効果をコントロールすることができるものと考えている。

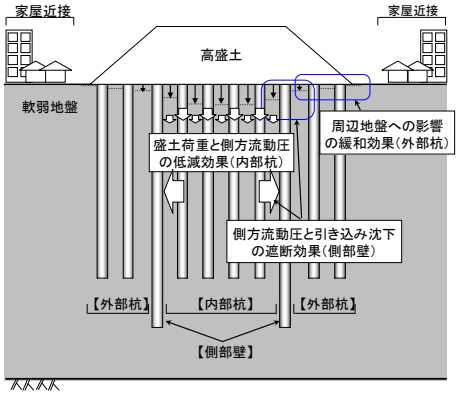
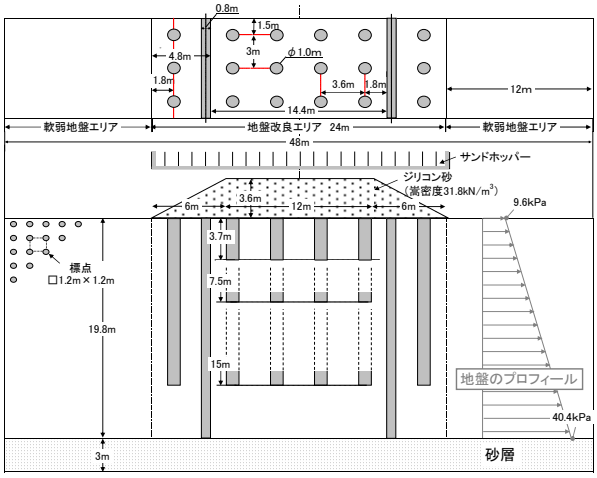


図 1　ＣＬ工法の概要

3. 遠心模型実験の概要

提案するＣＬ工法において、内部杭の長さが周辺地盤への影響抑制に与える効果の把握と、通常の低改良率工法との性能の比較による経済性の検討、地盤挙動モデルの確認を目的として、遠心模型実験を実施した。実験の概要図を図 2 に、実験のケースを表 1 に示す。有明粘土を想定した地盤強度（地表面のせん断強度 Cu：9.6ｋPa）に対し、過剰間隙水圧が消散を確認後、サンドホッパーにて 7m 相当盛土荷重を急速載荷し、実大換算で約 1 年間荷重を維持し、周辺地盤の水平変位量、沈下量の評価を行った。実験ケースは、無対策（Case1）、低改良率（浮式）（Case2）、内部杭の長さを変化させた CL 工法（Case3～5）で比較する形で実施した。



＊1/60模型にて、60G場で実験を実施
＊数字は全て実大換算値
＊盛土高：7m相当 〈サンドホッパーにて載荷　ジリコン砂　γd=31.8kN/m³を使用〉
＊載荷方法：急速載荷(4.2m/日)　＊荷重保持期間：約1年間

図 2 遠心模型実験の概要

表 1 実験のケース

Case	改良杭径 (m)	改良率 (%)	改良体積比	改良杭長 (m)	改良壁長 (m)	改良形式
Case1	－	－	－	－	－	無対策
Case2	1.0	11	1.00	15	－	低改良率(浮)
Case3	1.0	13	1.40	15	20	コラムリンク工法
Case4	1.0	13	1.18	7.5	20	コラムリンク工法(内部杭/2)
Case5	1.0	13	1.07	3.7	20	コラムリンク工法(内部杭/4)

4. 実験結果

4.1 実験の様子

コラムリンク工法の実験後の様子を図 3 に示す。これより、側部壁の内側にて弧状に沈下が発生する様子を確認できた。これは側部壁に盛土荷重が集中することで、側部壁周辺に作用する荷重が大幅に低減されているものと考えられる。

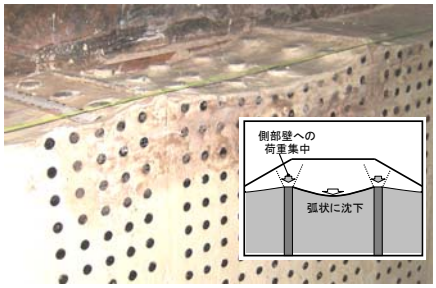
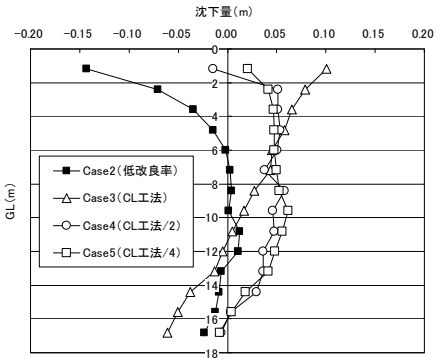


図 3 実験後の様子

キーワード：深層混合処理、地盤改良、変状抑止、遠心模型実験
連絡先：〒305-8516　茨城県つくば市南原 1-6　（独）土木研究所　施工技術チーム　Tel：029-879-6759

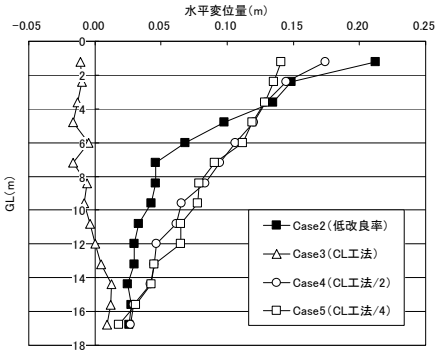
4.2 実験の結果

実験結果の評価は、軟弱地盤に設置した標点（縦横 1.4m pitch）に対する動画解析を行い、各 Case にて結果の比較を行った。各 Case の盛土法尻部における沈下量並びに水平変位量を図 4、5 に示す。(Case1 はすべり破壊により省略）これより、内部杭を短くした Case4、5 においても、Case2 と比較して、水平変位量では同等、沈下量ではそれ以上の性能を有することが分かった。



＊Case1(無対策)はすべり破壊により省略
＊プラス:沈下、マイナス:隆起

図 4 盛土法尻部での沈下量



＊Case1(無対策)はすべり破壊により省略
＊プラス:盛土外側、マイナス:盛土内側

図 5 盛土法尻部での水平変位量

4.3 コンター図による分析

続いて、コンター図を作成し、側部壁が地盤の挙動に与える影響の把握を行った。Case2 と Case5 の沈下量のコンターを図 6 に、水平変位量のコンター図を図 7 に示す。

結果、Case5 は Case2 と比較して、内部杭が短い分、盛土中央部の沈下量は大きいものの、沈下の広がりは側部壁の内側に納まっていること。水平変位量については、ピーク位置は側部壁の内側 GL - 4m 付近の位置で、Case2 と異なり、水平変位量の影響範囲については、Case2 よりも大きいことを確認することができた。

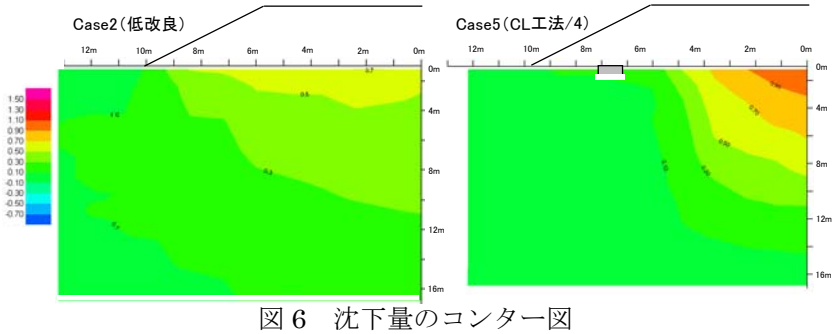


図 6 沈下量のコンター図

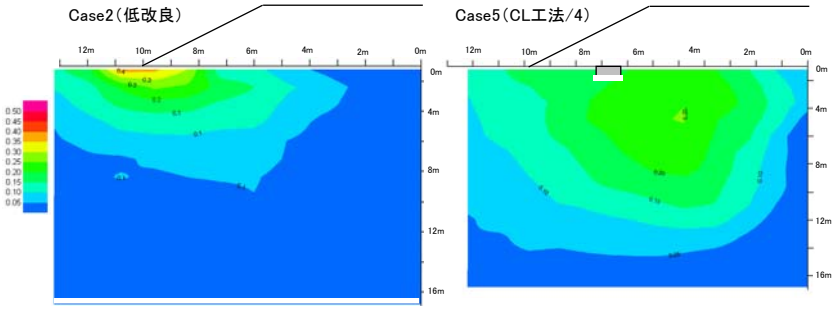


図 7 水平変位量のコンター図

4.4 地表面における水平変位量の比較

最も地表面に近い GL-1.2m 地点における水平量の比較結果を図 8 に示す。縦軸の水平変位量は、無対策における最大沈下量で無次元化を行っている。結果、Case3～5 は近い形状を示し、Case2 とは明らかに異なる形状であり、CL 工法は、通常の地盤改良と比べて異なる地盤挙動を示すことが分かった。

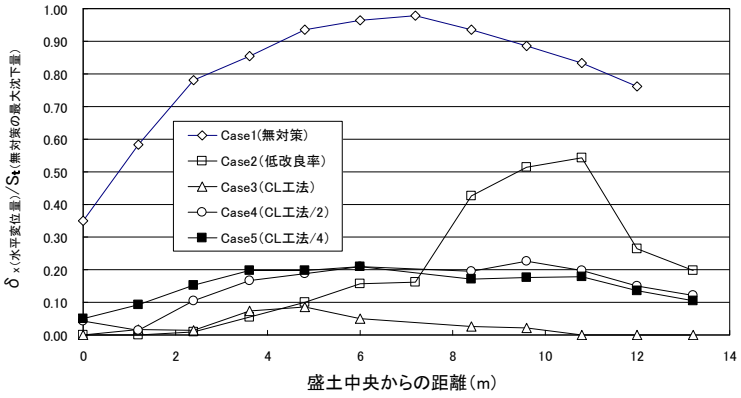


図 8 GL-1.2m における水平変位量の比較

5. まとめ

今回の遠心実験により分かったことを下記にまとめる。 ①側部壁には、荷重分散による地盤に作用する荷重の軽減効果と、遮断による盛土中央部の外部への影響抑制効果を期待できること。②水平変位量のピーク位置、並びに地表面付近における変形モードが異なり、無対策や低改良率のケースとは、明らかに異なる地盤挙動を示すこと。

謝辞 本研究は民間 13 社と実施している「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、ご協力頂きました関係各位に深く感謝いたします。

参考文献 堤ら:周辺地盤への影響を抑制できる地盤改良工法の遠心模型実験による検討, 第 64 回土木学会年次講演会, Ⅲ-469, 2009.9