

現地レポート

新たな地盤改良工法の導入に向けた試験施工 (経済的に沈下と側方流動を抑制できるコラムリンク工法)

宮川智史* 小橋秀俊** 堤 祥一*** 栗原正純****

1. はじめに

軟弱地盤上の高盛土の地盤改良として、深層混合処理工法が数多く用いられている。その際、家屋等の近接地域では、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、盛土法尻部を集中的に高改良率で改良する方法や、盛土下全面の低改良率化を図る方法が提案されている。しかしながら、前者は変形抑制効果が高い反面、改良体積が大きくコスト高となること、後者は経済的に盛土全体の沈下量を低減できるが、のり尻部の側方変形が十分に抑えられないなどの課題があった。

そのため、当チームでは民間13社と「側方流動対策としての地盤改良技術に関する共同研究」を立ち上げ、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（以下「CL工法」とする。）』の開発を行った¹⁾。

本文では、開発技術の概要と熊本・宇土道路にて実施された試験施工の動態観測の状況について紹介する。

2. CL工法の概要

『CL工法』とは、深層混合処理工法によって造成した杭状の改良体と壁状の改良体を機能的に配置することにより、面的に改良率を低下させ、かつ軟弱地盤上の盛土による道路構造物等の沈下や周辺地盤の沈下・変形をより経済的かつ効果的に抑制するものである²⁾。

本工法における改良杭の配置は、①内部杭、②側部壁、③外部杭、④繋ぎ材で構成されている（図-1）。これらの改良体の仕様を現場の条件や、要求性能に合わせて設計することで、経済性と周辺変位抑制を両立している。以下に各部位の役割を示す。

① 内部杭（盛土中央部）

盛土天端下に配置する杭状改良体であり、盛土荷重を地盤深部に伝達し、盛土天端の残留沈下と不同

沈下の抑制に寄与している。

② 側部壁（法尻近接部）

盛土のり肩下に配置する壁状改良体であり、壁内外の地盤の側方流動を遮断し、盛土の沈下側方流動に寄与するとともに、盛土荷重を深部に伝達する。

③ 外部杭（法尻部）

壁外部に配置する杭状改良体でのり面下の沈下を抑制し、周辺地盤への沈下や側方変位の影響を緩和する。

④ 繋ぎ材

側部壁を連結するものであり、側部壁頭部の開きを抑制する。

またこれ以外に必要なに応じて、トラフィカビリティ向上のため、ジオテキスタイルを敷設する場合がある。

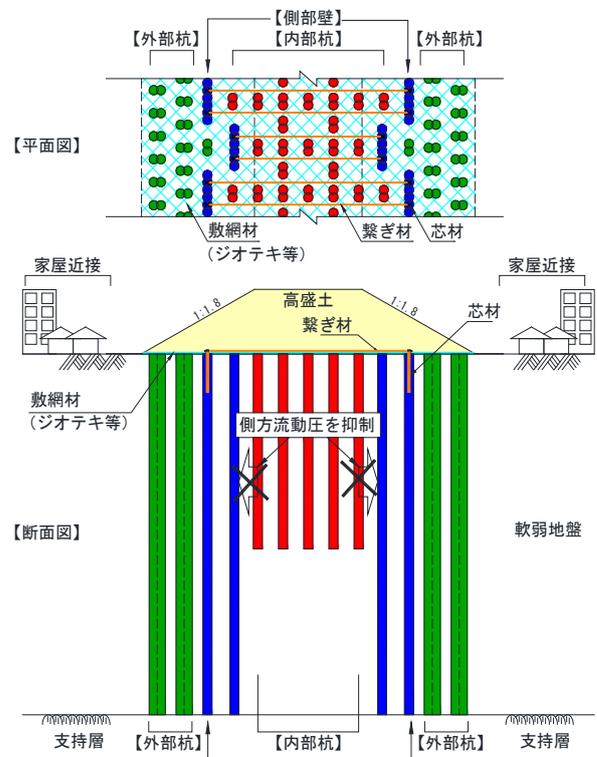


図-1 工法概要

3. 試験施工概要

試験施工の概要を下記にまとめ、熊本・宇土道路の場所を図-2に示した³⁾。

Test construction for introduction of new ground improvement method
(New ground improvement method "Column link method" control economically settlement and lateral flow)

【工事名】 熊本57号城塚地区改良工事
 【工事場所】 熊本県宇土市笹原町地先
 【発注者】 国土交通省九州地方整備局熊本河川国道事務所

【工期】 平成21年9月19日～平成22年3月30日
 熊本・宇土道路は、熊本天草幹線道路の一部区間として、現在も建設が進められており、海路口IC～城塚IC間の3.8kmの一部を試験施工場所としている。試験施工は本設に該当する盛土を築造する形で実施し、幅約37m、延長約95mを試験施工の対象としている（図-3）。



図-2 熊本・宇土道路の場所

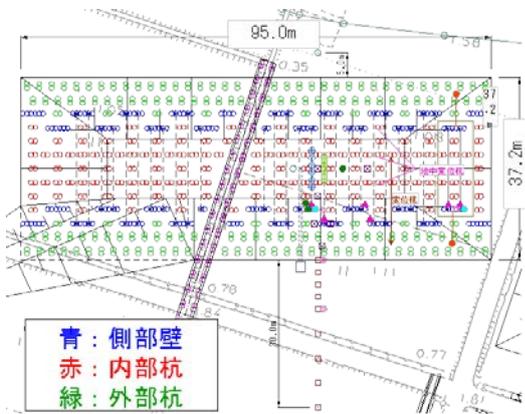


図-3 試験施工の全体平面図

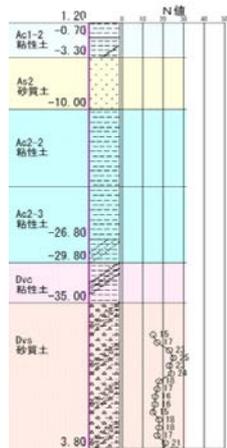


図-4 試験施工断面

試験施工現場は、5～10mに砂層を挟むものの、軟弱な粘土層がGL-40m近くまで続く、非常に厚い軟弱地盤層が堆積し、支持層となる砂質土のN値は20程度である（図-4）。

また、コラムリンク工法の施工手順を図-5に示す。
 ①改良体の施工、②ジオテキスタイルの敷設、③敷砂工、④繋ぎ材の施工、⑤盛土立ち上げの順に施工した。

①深層混合処理工

【各工種の概要】

スラリー攪拌又は粉体攪拌により、改良体を形成する。施工順序は、外部杭、内部杭、側部壁の順に施工する。

②敷網工

重機のトラフィカビリティの確保が困難な場合は、改良杭の天端にジオテキスタイルを敷設する。

③敷砂工

ジオテキスタイルを保護するために敷砂をする。

④繋ぎ材工

PC網より線を繋ぎ材とし、改良壁を連結する。

⑤盛土

盛土の施工

図-5 施工フロー

4. 動態観測

計測項目は、盛土中央部、のり尻部の水平・鉛直変位量、地下水位、鉛直応力等を計測した。また図-6に計測する機器の配置図を示す⁴⁾。

① 沈下量

CL工法の盛土沈下の中央部と周辺地盤の沈下の経時変化を図-7に示す。2012年12月時点の盛土完

了後t=15ヵ月での沈下量Sは、中央部でS=19.6cm、法尻直下と法尻から10m距離でS=4.0cm、30m距離でS=2.0cmであり、施工中に仮設用工事道路が、計測地点の近傍に設置された影響が出ているものの、盛土の沈下と周辺地盤の沈下はほぼ収束状態にあることが確認された。

また、当該近傍地で無対策地盤(盛土高H=6.2m、3.0m)での試験施工も同時に行っており、盛土高と沈下関係を計測し、CL工法との比較をした(図-8)。無対策地盤中央部の沈下量は、盛土高6.2mで沈下量156cm、盛土高3.0mで沈下量88cmとなり、2次圧密が継続する状況であることが確認された。またCL工法の沈下量は、同一盛土高換算で無対策地盤に比べて約1/10に低減でき、沈下量を非常に小さく低減できることを確認した。

② 水平変位量

のり尻の水平変位を図-9に示す。無対策の水平変位は施工後より大きく進行したが、CL工法では水平変位は極めて小さく、施工から10ヶ月後も変位はほとんど変化はなかった。また10ヶ月後の変位量は、田畑や用水路がある場合の変位量の制限値である100mmを概ね満足できることも確認された。

③ 側部壁への鉛直応力

側部壁の改良体深度方向の鉛直応力分布を図-10に示す。側部壁の鉛直応力は、深度z=0mが鉛直土圧計、それ以深がチェックボーリングによる改良体の平均変形係数E=450MN/m²を用いて、改良体ひずみ計の値から応力に換算したものである。側部壁鉛直応力の最大値は、改良体天端部と内部壁下端GL-20.0m付近がほぼ同様な値でσ_z=350kN/m²程度が生じており、これは設計値の約1/2程度であった。

④ 地下水位

試験施工盛土の中心部と盛土外部での地下水位挙動を図-11に示す。両者の傾向は、ほぼ同様であり、透水性はよいと思われる。CL工法では、側部壁を千鳥配置を基本としており、試験施工現場でも、地下水遮断が発生しないことが確認することができた。

⑤ 改良土量

また解析により同じ地盤条件のもとで、CL工法とのり尻全面改良方式、盛土全面低改良率方式との改良体積の比較を行っており、CL工法は、のり尻全面改良方式より50%、盛土全面低改良率方式より60%程度低減できることも確認した。

5. まとめ

今回の試験施工により、CL工法は設定した変位制限値に対して、改良体を最適に配置することで、改良体積を軽減し、効果的に沈下・水平変位を抑制することが可能な工法であることを確認した。

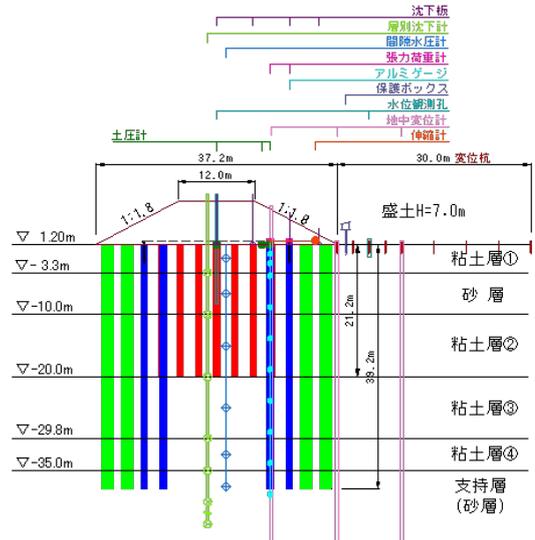


図-6 動態観測機器の配置図

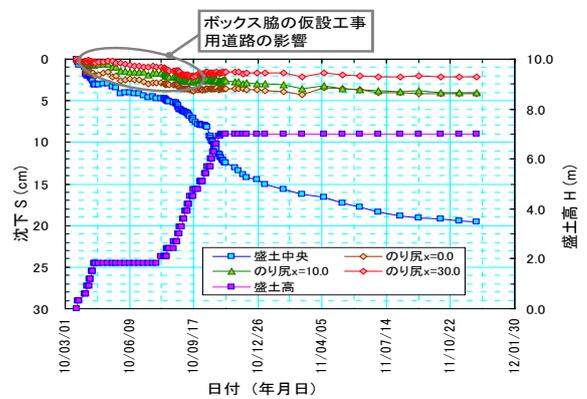


図-7 CL工法の盛土中央と周辺の沈下量

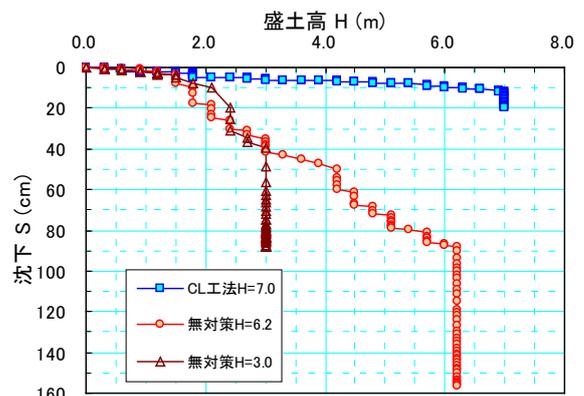


図-8 盛土中央部の沈下の比較

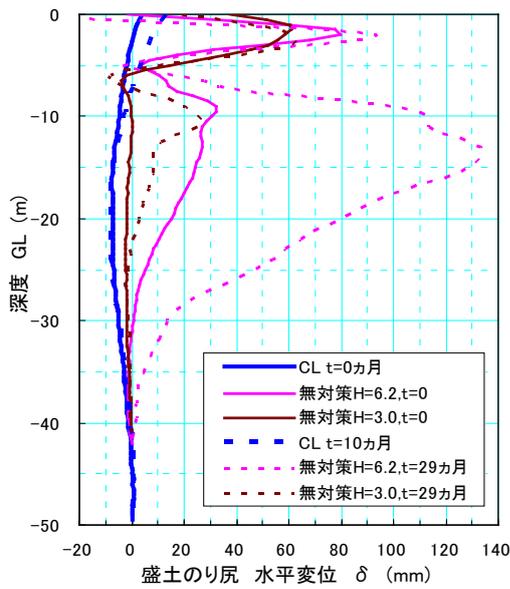


図-9 盛土法尻の水平変位量の比較

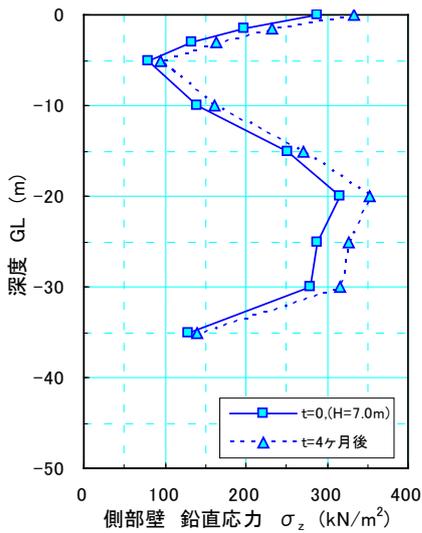


図-10 側部壁に作用する鉛直応力

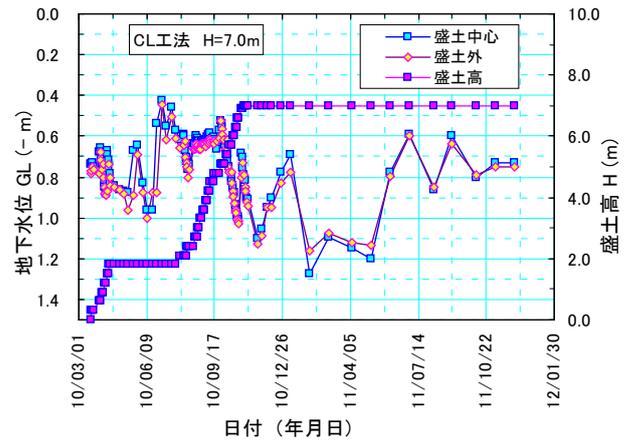


図-11 盛土内外の地下水位の挙動結果

謝 辞

試験施工に当たっては、国土交通省九州地方整備局熊本河川国道事務所関係者の皆様、また『熊本57号熊本・宇土道路軟弱地盤対策委員会』の関係者の皆様には、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 大下武志、小橋秀俊、堤祥一、澤松俊寿、磯祥明：複合的地盤改良技術に関する研究、土木研究所年度報告書、2012
- 2) 堤祥一、小橋秀俊、澤松俊寿：軟弱地盤における側方流動対策、土木技術資料、第51巻、第6号、pp.10~13、2009
- 3) 新川直利、堤祥一、川原実、川崎廣貴：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、土木学会第65回年次学術講演会、2010
- 4) 川崎廣貴、樋口尚弘、堤祥一、新川直利：熊本宇土道路に用いたコラムリンク工法の試験施工動態観測挙動、土木学会第66回年次学術講演会、2012

宮川智史*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所地質・
地盤研究グループ施工技
術チーム 研究員
Satoshi MIYAGAWA

小橋秀俊**



国土交通省国土技術政策
総合研究所総合技術政策
研究センター建設マネジ
メント研究官、工博（前
独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所地質・
地盤研究グループ上席研
究員）
Dr. Hidetoshi KOHASHI

堤 祥一***



国土交通省九州地方整備
局佐伯河川国道事務所工
務課（前 独立行政法人土
木研究所つくば中央研
究所地質・地盤研究グル
ープ施工技術チーム研
究員）
Shoichi TSUTSUMI

栗原正純****



国土交通省九州地方整備
局熊本河川国道事務所
技術副所長
Masazumi KUWAHARA