

既存構造物基礎下の水平トレンチャーによる液状化対策工法の開発

—(その1) 水平トレンチャーの開発と工法概要—

(株)加藤建設 正会員 ○野田昌道 伊藤浩邦 佐藤武志

1. はじめに

旧法タンクの設計手法見直しなどの理由から、臨海部の既存構造物の液状化対策が重要な課題となっている。その対応策として基礎の補強など幾つか考えられるが、最も信頼性の高い方法は、液状化層そのものを地盤改良する方法である。従来の既存構造物下を地盤改良する工法としては、構造物直下の機械施工が困難である等の理由から、特殊シリカ系の薬剤を浸透固化する以外に有効な方法がなかった。しかしながら、この方法は機械攪拌による地盤改良工法と比べ、(1)改良コストが高い(2)改良範囲の信頼性に乏しいなどの欠点がある。そこで我々は、コストが安く、信頼性の高い機械攪拌方式のセメント系地盤改良工法を用いて、既存の構造物下の地盤改良を行うための方法の開発を行った。本報告は開発した工法の基本的な考え方や実現に際しての問題点について述べる。問題点の検討のために実施した施工実験と施工後の改良地盤の評価などの具体的な内容については、文献¹⁾で明らかにする。

2. 基礎下の機械式攪拌工法の考え方

通常行われる機械式攪拌工法は、水平の攪拌翼を地中で回転させるもの(深層混合処理タイプ)やチェーンソーのように刃を回転させることにより地盤の深度方向全体を攪拌するもの(トレンチャータイプ)などがある。これらの方法はいずれも鉛直方向の地盤改良を意図したものであり、今回目的としているような基礎下の改良を行うことが出来ない。基礎下の改良を行うためには、次の3つの方法が考えられる。基礎下の機械攪拌工法の比較図を図-1に示す。

- 1) 自走式のボーリングマシンを用いて基礎下を攪拌する(図-1a)
- 2) 通常用いる鉛直施工の機械を用い斜め施工を行う(図-1b)
- 3) 水平改良部の近傍に施工機械の稼動可能なスペースを事前に掘削し、水平施工が可能な施工機械を用いて施工する(図-1c)。

上記の内、1)の方法は、浸透固化のような簡便な施工装置以外は曲線の線路を施工することは困難である。2)の方法は、可能性はあるが施工機械を動かす為に構造物周囲に広いヤードが必要になる。また、構造物直下の改良が出来ないなどの問題がある。3)の方法は、施工機械を動かすスペースを大きくする場合は、地下スペースの山留めなど大掛かりな工事が必要となる。以上の検討結果から、基礎直下に関しては3)に示す方法を用い、それ以外の斜め施工が可能な範囲は2)の方法を用いて、両者の施工が可能なトレンチャータイプの機械攪拌装置を用いることを前提に基礎下の施工方法を具体化する。

3. 基礎下の機械攪拌施工の施工手順

図-2は、2. で示した考え方に基づいて、施工手順を示したものである。下記に提案した施工方法により具体的な施工が可能であることを確認している(文献1参照)。具体的には以下のような手順で行う。

- 1) 水平施工する前面の地盤を事前混合し流動化させる。
- 2) 水平施工可能な特殊ブラケットを装備した水平トレンチャーを地中に挿入し、基礎直下を攪拌混合する。
- 3) 通常の鉛直施工に用いる鉛直トレンチャーを用いて基礎下部の斜め施工が可能な部分を攪拌混合する。
- 4) 事前に掘削した部分を鉛直トレンチャーを用いて改良する。3)4)の段階は、同一のトレンチャーで連続して行う。

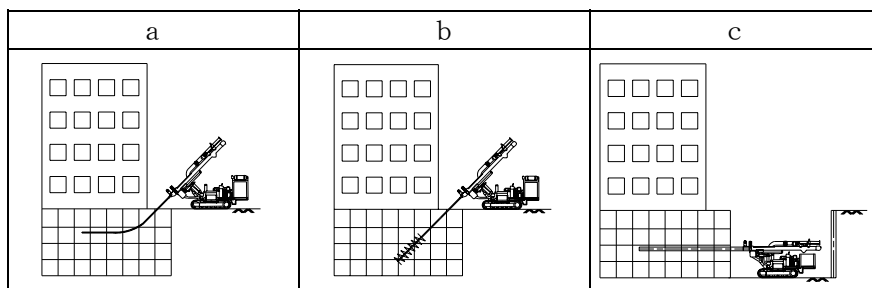
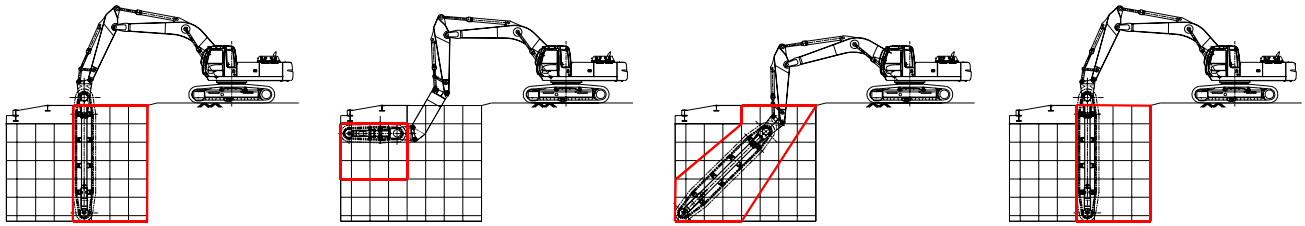


図-1 基礎下の機械攪拌工法の比較

キーワード 液状化対策, 地盤改良, 機械攪拌混合, 水平トレンチャー

連絡先 〒136-0072 東京都江東区大島 3-19-2 (株)加藤建設 パワーブレンダー工法推進部 TEL03-5858-3288

1)の事前混合は、特に地盤改良に用いる機械装置を使用する必要はないが、施工上の利便性を考えて、3)4)の段階で用いる鉛直トレンチャーを用いて施工する。2)の段階は、1)3)4)の段階とトレンチャーを共有することが困難なため後述する新規開発した水平トレンチャーで施工する。通常の鉛直施工に用いているトレンチャーはトレンチャー端部(ベースマシン側)で角度を変更できるようになっているため、3)4)の施工過程は特別な工夫の必要はなく可能である。



手順 1 事前混合

手順 2 水平施工

手順 3 斜め施工

手順 4 鉛直施工

図-2 施工手順

4. 水平施工用のトレンチャー

施工過程に必要な水平機械攪拌が可能なトレンチャーを新規に開発した。通常の鉛直施工用のトレンチャーとは異なり水平施工が容易に出来、施工前面の掘削範囲が最小に収まるようにJ字型の形状のものを製作した。トレンチャーの駆動チェーンに攪拌混合する攪拌翼が装備され、攪拌翼前面には地盤を掘削するカッターが配置されており、背面には原位置土と改良材が効率良く混合される為の混合翼を装備している。セメントミルクは、トレンチャー側部の配管を通してトレンチャーの先端部に設置した吐出口から噴射される。鉛直トレンチャー及び水平トレンチャーを写真-1、2に示す。

5. 施工上の問題点と対策

今回提案した地盤改良工法で、施工上の合理性を考えた上で一番重要な点は、水平トレンチャーを施工するために鉛直トレンチャーで基礎手前を事前混合し流動化させるので、削孔壁の安定を図ることである。この安定には、1)泥水に置き換え、2)固化材及びベントナイトなどの材料で原位置土と混合し流動化状態、3)水で原位置土と混合し流動化状態を保たせるなどが考えられる。1)の方法は、土を一度搬出した後、再度均一な処理地盤を作り直す必要があるため手順が複雑になり、品質保証も困難になる。2)及び3)の方法は効率的ではあるが、事前混合部分の流動状態を管理し、周辺地盤などへの影響を検証する必要がある。また、原地盤の土質の違いなどの影響も考慮する必要がある。

6. まとめ

既存構造物の基礎補強や液状化対策を目的とした、機械攪拌方法による基礎下部の新しい地盤改良工法を提案し、この工法を実現する為の新たな水平トレンチャーを開発した。今後はさまざまな施工条件等にも対応可能な機械として改善工夫していきたい。

《参考文献》

1)伊藤, 天利ら:既存構造物基礎下の水平トレンチャーによる液状化対策工法の開発(その2)～(その3), 土木学会第64回年次学術講演会,2009.9(投稿中)



写真-1 鉛直トレンチャー



写真-2 水平トレンチャー