

自在ボーリングによる長距離・多段削孔で施工した既設構造物直下の液状化対策

大成建設

正会員 ○岡谷 利之

正会員 山田 隆博 石井 裕泰

成和リニューアルワークス 鷲主 桂一

1. はじめに

消防法の改正により、旧法令に基づき建設され耐震性に劣るタンク（旧法タンク）の安全性調査と補強対策（液状化対策）が義務付けられ、容量 1,000kL 以上 1 万 kL 未満のタンクではその実施期限が平成 25 年末に迫っている¹⁾。一方、既存タンク下の液状化対策の施工にあたっては、多くの制約が課されるため、大型の施工機械を用いることなく、地中に挿入したロッドを通して薬剤を供給する薬液注入改良が有効になる。しかし、例えばタンク周辺から斜め方向に直線ボーリングを行う方法では、タンク中心付近に届かない部分が残る。また、立坑を設置し、水平に直線ボーリングを行う方法は、周辺に広い施工スペースを必要とし、立坑設置にあたり周辺地盤への影響等が懸念される。

このような施工上の課題を解決する技術として、直線、曲線状の方向制御が可能な自在ボーリングと薬液注入を融合させた技術“グランドフレックスモール工法”が開発され、これまでも施工事例が報告されている²⁾。本報では、屋外貯蔵タンク 3 基を対象に、長距離・多段削孔で施工した旧法タンクの液状化対策事例を紹介する。

2. 計画概要

三重県内のコンビナート地区内に併設された特定屋外貯蔵タンクを、消防法の旧法タンク安全性評価に従って評価した結果、新基準に適合しないと判断され、液状化対策を講じることとなった。タンクを稼働させながら施工にあたる条件であったことも加味し、薬液注入工法を選定した。

計画にあたっては、設計検討に基づき、改良対象層を図-1 に示すタンク TK-A で深さ 2.3m～10.73m、タンク TK-B, C で 3.97m～8.97m とした。地盤は、礫混じりの砂層が主体であり、シルト層、粘土層が混在する複雑な構成で、深度 10m までは N 値が概ね 10 以下であった。薬液注入工法においては、一般的にボーリング削孔本数や削孔長を減らすことが、コスト低減に大きく寄与する。本工事では施工ヤードの狭さも考慮し、比較的長距離の自在ボーリングを併用して削孔本数や削孔長の低減を図ることとし、図-1 に示すように 90m 超の長さを含む削孔を、最大 5 段に渡って計画した。

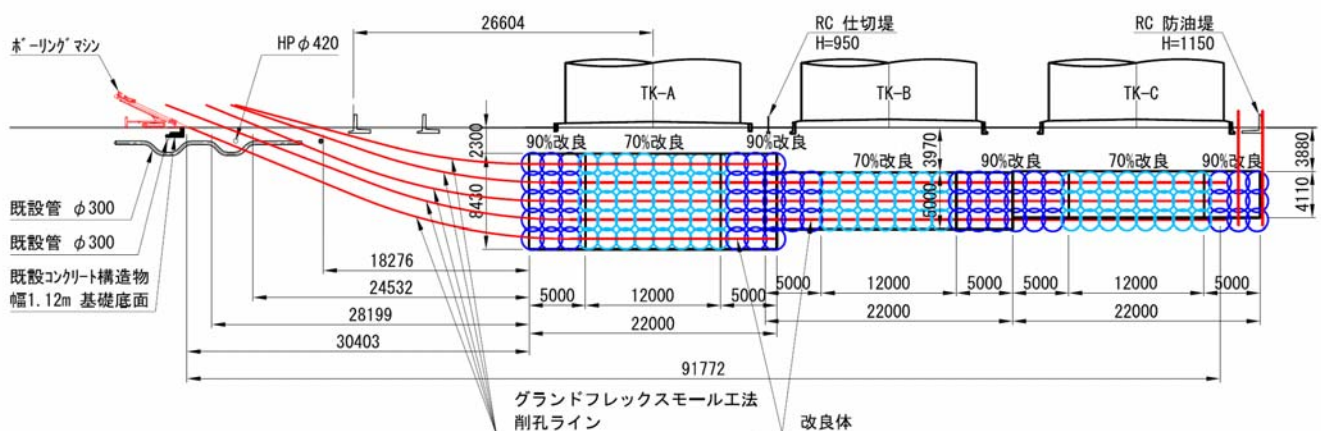


図-1 液状化対策薬液注入工 断面図

液状化，薬液注入，自在ボーリング，長距離削孔

〒450-6047 名古屋市中村区名駅 1-1-4 大成建設(株) TEL052-562-7527

薬液はコロイダルシリカをベースとした溶液型恒久グラウトのパーマロック ASF を用いることを前提に、設計検討に基づき定めた改良後の必要一軸圧縮強さ 50kPa に対して、事前の配合検討を通して薬液濃度を設定した。

3. 施工

対象タンク周辺は、供用中の構内道路、他の貯蔵タンク、パイプライン、埋設管等に囲まれていたが、隣接する小規模な敷地を、自在ボーリング用のマシンの設置に利用した。90m 超の長距離削孔を行うに当たり、削孔位置に貫入坑を掘削し、所定の位置、角度に削孔機を据え付けた。自在ボーリングにおいては、先端部が「へら」状のボーリングロッドを用い、このへらの向きを変える事でボーリングの方向を制御することができる（図-2）。

削孔線の確認にあたっては、タンク手前までは、地上より磁気式ロケーティング方式で計測を行い、タンク下では、削孔管内にてジャイロ式ロケーティング方式で計測を行った。削孔 3m 毎にジャイロ式ロケーティングを実施し、計画ライン±30 cmの管理目標にて削孔にあたり、貫入・引き抜き時に礫混じり層に遭遇したり地盤の締め付けを受けたりした場合には、ロッドに打撃を加える事で削孔を継続した。

注入速度の設定にあたっては、注入速度試験を行い、注入圧により地盤に亀裂の生じる割裂注入にならないよう 10L/min を管理目安とした。試験時に決定した注入圧力+0.2Mpa 以下を基準として注入圧管理を行い、1 改良体（直径 2m）当り 150 分程度の注入時間で施工した。注入に際しては、海への薬液の逸液防止を意図して、護岸に面している側を先行して注入した。こうした配慮も寄与したものと思われるが、周囲への薬液の逸走や、タンクの隆起などの現象は施工を通して生じなかった。

事後調査では、タンク周辺部から複数のボーリング試料を採取し、一軸圧縮強さ、薬液の主成分であるシリカ含有量、液状化特性を調査し、改良効果を確認した（図-3）。実施工程としては、削孔に 2 カ月半、注入に 3 か月で、全工程を終了した。

4. あとがき

当工事においては、グランドフレックスモール工法を用い、長距離・多段削孔で特徴付けられる補強対策を実施した。自在ボーリングを用いた地盤改良については、幹線道路下の地中構造物や、港湾構造物、さらには下水道施設等に対しても、敷地利用の制約の中で通常の施設利用を極力妨げることなく、耐震補強を施す事が出来る。首都圏直下地震、東・南海沖地震等の発生が今後予想されるなか、地盤災害の防止・軽減に有効活用していけるよう、技術の蓄積・向上に努めていきたい。

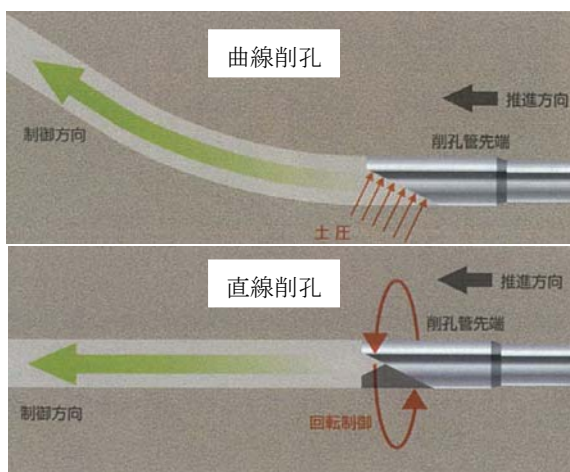


図-2 削孔時方向制御イメージ



図-3 効果確認試験の状況（一軸圧縮試験）

【参考文献】1) 畑山：「屋外タンク貯蔵所の新基準適合確認状況並びに準特定屋外タンク貯蔵所の新基準適合確認の促進について」、Safety & Tomorrow, No. 121, pp. 7-16, 2008. 9, 2) 石井ら：「自在ボーリングを用いた既設構造物直下の地盤改良 -グランドフレックスモール工法-」、建設の施工企画、pp. 16-20, 2010. 2