

海外の動き

米国における液状化対策工事

Liquefaction Mitigation Projects in the U.S.

向 井 淳 (むかい じゅん)
㈱不動産テトラ 建設本部技術統轄部

野 津 光 夫 (のづ みつお)
㈱不動産テトラ 建設本部国際部

1. はじめに

米国西海岸は地震の多い地域であり、緩い砂地盤が堆積している箇所では地震時の液状化による沈下や側方流動が発生する危険性が高い。米国で地盤改良工事（液状化対策としては主としてストーンコラム工法が用いられる）を受注・施工する上では、日本と異なる様々な“米国流”のシステムや考え方がある。本稿では、その“米国流”について幾つかの事例を紹介する。

2. 地盤改良工事の発注方法

米国での地盤改良工事の発注は、性能規定による方法が一般的である。事業主から調査・設計業務を受託した地盤エンジニアが地盤調査を実施し、計画構造物の地盤の評価と、対策が必要な場合にはその検討を行う。エンジニアは、必要に応じて地盤改良の適用を提案するが、地盤改良の詳細検討は実施せず、必要な要求性能（地盤強度や地震時の沈下量）と対象範囲しか規定しないのが一般的である。これに対し、地盤改良業者は各々要求性能を満足するための改良仕様（改良工法・改良率・砂杭径・改良深度）を検討し、その性能を満足する数量で見積を提示する。工法と数量の違いが見積金額に直結するため、地盤条件を見極め、いかに必要最低限な改良仕様を設定できるかが受注の成否を左右する。なお、事後調査において要求性能を満足しなかった場合には、施工業者の責任で“杭間に”増杭を打設することが許されており、ある程度思い切った設計も可能になっている。その意味で、技術的な差異を設計に反映しやすい土壌がある。下表に日米の発注方法の比較を示す。

表一 日米の発注方法の比較

	日本	米国
形式	設計仕様に基づく規定	性能規定
改良目標	地盤強度(主として SPT 試験による N 値) 液状化判定結果(FL 値) 地震時沈下量	地盤強度(CPT の q_c , SPT の N 値) 地震時沈下量
改良仕様	入札資料内で設定	各社が独自の設計方法を用いて実施
図面	杭配置、数量まで規定	必要範囲のみ表示

しかしながら、業者によってはまれに無謀と思われる設計にて応札し、受注したものの結局品質を満足できなかった事例もあったようである。このため発注者はこのような不適正な応札者を排除するため、大規模工事などでは入札前に資格審査を実施して適正な業者を絞り込ん

でいる。また業者に履行ボンドを条件づけ、履行保証を得ているのが一般的である。

3. 地盤改良効果の評価方法

地盤調査方法は、杭間の標準貫入試験（以下、SPT）と、三成分コーン貫入試験（以下、CPT）が一般的である。前述した地盤改良工事の要求性能は、SPT による N 値や CPT による先端抵抗 (q_c) に、上載荷重と細粒分含有率の補正を加えた値 ($(N_{160})_{cs}$, $(q_{c1N})_{cs}$) によって定められることが多い。CPT は日本の改良地盤における適用事例が少なく、試験結果の特性については不明な点が多い。今後日本の工法（サンドコンパクションパイル工法など）を適用する場合には、CPT 結果の更なる評価方法と、CPT で得られる先端抵抗 (q_c) と周面摩擦 (f_s) とを基準化した改良効果の推定方法の確立を図っていくことが重要な課題である。

4. 品質管理

工事の品質は事後調査によって要求性能を満足しているか否かを確認する。米国と日本との相違点はその試験頻度の多さである。参考として表一 2 に締固め工事の施工本数と事後調査数の事例を示す。

表一 2 事後調査

工事名	締固め工事	事後調査
北カリフォルニア-1	2,956 本	55 本 (CPT)
北カリフォルニア-2	2,315 本	51 本 (CPT) 11 本 (SPT)
南カリフォルニア-1	1,642 本	17 本 (CPT)

施工中は発注者側の検査官が現場に常駐し監督するのが一般的である。施工業者の日常管理は日本と比べると簡易で、写真記録の義務は全く無く、その日に打設した杭番号、施工時間を示した日報、自記記録された時間-深度、および深度-材料使用量のチャート等が正式な品質管理書類となる。

5. おわりに

米国の地盤改良工事（液状化対策）においては、事業主の要求性能を、受注者の判断（＝改良仕様）により確保することとなる。要求性能と品質保証におけるリスクマネジメントが重要な課題であり、プロジェクト個々に技術に裏打ちされた適正な判断が必要となる。

(原稿受理 2008.5.26)