

海外の軟弱地盤改良工における受発注者間の地盤リスク負担に関する一事例

大成建設株式会社 正会員 ○大岡 晃, 正会員 木之下 聡, 正会員 石井 裕泰

1. はじめに

スリランカの高速道路建設プロジェクトにおける軟弱地盤改良工に関し、受発注者が負担する地盤リスクを概説するとともに、受発注者の双方が着工後の地盤リスクの顕在化を回避して工事を完遂した事例を請負者の視点から紹介する。

2. コロンボ外郭環状道路の概要

本プロジェクトはスリランカ道路開発公社(RDA)が発注した両側 4 車線の全長 29 km の高速道路建設工事で、当社はスリランカ最大都市コロンボの北東約 20km の地点にて湿地帯を含む約 10km 区間を施工した。契約形態は、予め合意された施工単価と実施数量に応じて精算される総単価契約が採用された。



プロジェクト位置図

地盤条件はピート層(N 値=0~2、含水率 200%)と有機質土層(N 値 0~5、含水率 100%)が中心で、軟弱地盤層厚は最大で 10m を超えた。盛土高さは最大で 12.5m であった。軟弱地盤改良工の品質要求事項は、「舗装完成後 3 年間の残留沈下を 15cm 以内に制御すること」であった。

3. 地盤改良工と地盤リスク負担

上記の要求事項を満足するためには、施工条件に応じて地盤改良方法を適切に検討する必要がある。発注者の工事発注にあたっては工費増大を回避すべく、綿密な地盤調査と設計検討に基づく仕様最適化が不可欠となるが、土地収用時の種々の制約や当地の地盤調査業者の調査結果の信頼性から計画段階での取組みには限界がある。一方、少ない地盤情報ゆえに地盤リスクを全て請負者に転嫁

すればリスク費の増大に伴うコスト増は不可避となる。そうした実情を踏まえて、本工事では発注者と請負者の地盤リスクに対する責任が入札段階で次表のように規定された。

着工後の受発注者の責任分担

業務項目	発注者	請負者
① 地盤調査・詳細設計・改良パターンの立案	○	
② 地盤調査の計画・実施・評価		○
③ 設計レビューと改良パターンの選定	承認	○
④ 試験施工と評価		○
⑤ 本施工・計測・圧密沈下の収束判定	承認	○
⑥ 供用後の維持管理	○	

入札前、発注者は地盤調査結果に基づいて詳細設計を行い、地盤改良の基本仕様を決定する。基本仕様は以下に示す 8 種類の地盤改良パターンに分類され、原則として着工後、この分類を変更することはない(上表①)。

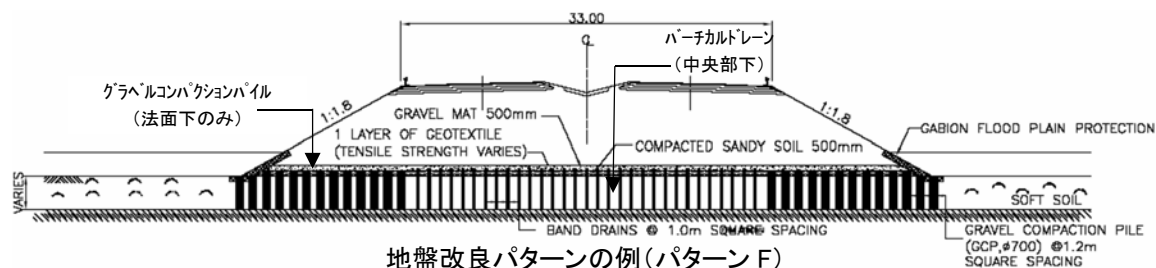
地盤改良パターン

パターン A	砕石マット
パターン B	砕石マット+ジオテキスタイル
パターン C	砕石マット+ジオテキスタイル+パーチカルドレーン
パターン D	砕石マット+ジオテキスタイル +グラベルコンパクションパイル(法面直下)
パターン E	砕石マット+パーチカルドレーン+グラベルコンパクションパイル
パターン F	砕石マット+ジオテキスタイル+パーチカルドレーン +グラベルコンパクションパイル(次頁図参照)
パターン G	砕石マット+ジオテキスタイル+グラベルコンパクションパイル(全面)
パターン H	岩置換(軟弱地盤を撤去して岩砕で埋戻す)

着工後、請負者は入札前の地盤調査結果を参考に、自らの判断で追加地盤調査の本数・位置・調査項目を計画する(上表②)。調査結果に基づいて、設計用土質定数を請負者の責任で再設定し、発注者の詳細設計のレビューを経て、発注者立案の 8 種類の地盤改良パターンの中から最適パターンを選択する(上表③)。発注者が請負者の選択した地盤改良パターンを承認後、請負者は発注者の指示した地点にて試験施工を行い、計測データを取得して軟弱地盤の挙動を評価し、発注者の詳細設計の妥当性を検証する(上表④)。本施工時においても請負者は計測データを取得し、地盤改良工の要求事項を満たすことを証明し発注者承認をもって品質保証とする(上表⑤)。

キーワード 海外工事、地盤改良、軟弱地盤、地盤リスク

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社国際支店土木部 TEL 03-5381-5373



地盤改良パターンの例(パターン F)

4. 実施工

前頁のリスク表が示すように、着工後のプロセスは、詳細設計自体の責任は発注者に残るものの、基本的に全てのリスクは請負者が負担する仕組みである。以下、請負者が取った地盤リスクの具体的な対応を請負者の視点から述べる。

1) リスク対応方針 発注者の詳細設計のレビューの結果、設計用土質定数や設計手法はやや保守的であり、合理化の余地があることが分かった。ここで請負者としては、設計を積極的に見直して施工の合理化を図る選択肢があったが、承認手続きに要する時間等の不確実性等を考慮し、設計思想や基本条件等は変更せずに、発注者の設計手法を踏襲することにした。

2) 追加地盤調査 発注者の地盤調査の調査本数(頻度) 33 本(1km 当り 17 本)に対し、69 本(1km 当り 35 本)実施した。設計用土質定数は調査会社の提案を参考にしつつ、請負者自ら設定した。さらに層序を精査し、軟弱層の存在が予想されるエリアを特定、追加調査を行ったところ、発注図書では明示されなかった軟弱層が認められた。地盤改良エリアの追加と工期延長が発注者から承認され、着工後に軟弱地盤の存在が認識され、大幅な施工計画の変更と工程遅延を余儀なくされるリスクを回避した。

3) 試験施工 グラベルコンパクションパイルの実施にあたり、設計の妥当性を確認すべく、圧密沈下と斜面安定に着目した計測管理を行った。図解法を用いて圧密収束判定を行うとともに、富永・橋本法を駆使して斜面の安定性を確認した。また、改良効果を確認するために、日本の地盤調査会社を現地に招き、碎石杭間にて孔内水平載荷試験を実施した。これらの結果を基に試験施工報告書を作成し、発注者と設計の妥当性を確認するとともに、品質管理方法の承認を得ることで、請負者の施工管理の透明性を確保した。

4) 本施工 地盤改良エリア数は契約時の 30 箇所から 36 箇所増加した。これは請負者の追加地盤調査を経て契約時に明示されなかった軟弱地盤エリアが発見されたことによる。また、工事数量は次表に示すように、グラベルコンパクションパイルを除く全ての工種は契約時に比べ数量減となっ

た。これは主に追加地盤調査によって請負者の判断で軟弱地盤層厚を合理的に設定したこと起因する。一方、グラベルコンパクションパイルの実施数量は軟弱地盤エリアの追加によって契約時に対して倍増した。

主な地盤改良工の数量比較

	単位	契約時	完成時	増加率
ジオテキスタイル	m ²	104,000	93,000	89%
パーチカルドレーン	m	282,000	221,000	78%
碎石マット	m ³	63,000	56,000	89%
グラベルコンパクションパイル	m	68,000	121,000	177%
岩置換	m ³	138,000	105,000	76%

契約上、圧密促進に要する期間は、グラベルコンパクションパイルは最低 1 カ月、パーチカルドレーンは最低 6 カ月と規定されていた。しかし、パーチカルドレーンに関しては、圧密係数はじめ設計用土質定数が保守的に設定されていたこともあり、実施工では圧密放置期間を約 3 カ月に短縮することに成功した。

5) 発注者との協議 Geotechnical Meeting を毎月開催し、発注者と請負者の間の技術的懸案事項の解決を図るとともに、圧密沈下の収束について発注者の承認を得た。

5. まとめ

竣工後 3 年が経過するが、地盤に起因する不具合は発生していない。発注者の立場からは、軟弱地盤エリアが追加されたものの、軟弱地盤層厚が合理的に評価されたことにより、数量増・コスト増は発生しなかった。一方、請負者の立場からは、追加地盤調査の機会が予め契約で与えられたことにより、軟弱地盤エリアの存在可能性を入念に検討でき、想定外の施工計画変更に見舞われることはなかった。また、予め地盤改良パターンが発注者から与えられたことで、承認手続きが迅速に行われ、速やかに工事着手できたメリットがあった。さらに、地盤改良工法の選定を工程上のクリティカルパス上の工事には圧密放置期間を省略できる岩置換工法、大規模な軟弱地盤エリアには確実かつ急速な圧密収束が可能なグラベルコンパクション工法を採用する等、柔軟なパターン選定を行ったことより、工程遅延は生じなかった。以上、発注者と請負者の双方が地盤リスクの顕在化を回避して工事を完遂した事例として参考になれば幸いである。