

繰返し注入を用いた地山補強土工法「ロータスアンカー工法」の開発

ライト工業(株)	正会員	○高橋	徳
(公財)鉄道総合技術研究所	正会員	中島	進
(株)複合技術研究所	正会員	岡本	正広
ライト工業(株)	正会員	別府	正顕

1. 目的

地山補強土工法は、既存の地山（自然斜面や盛土）の内部に補強材を配置して地山を安定化させる技術であり、既存斜面の安定化や地山を切土して新たな急勾配のり面や鉛直に近い壁面を形成する場合に適用される。

本工法は、補強材径によって、小径（ $\phi 50\sim 100\text{mm}$ 程度）のネーリング、中径（ $\phi 100\sim 300\text{mm}$ 程度）のマイクロパイリング、大径（ $\phi 300\sim 500\text{mm}$ 程度）のダウアリングに分類される¹⁾。

中径～大径の補強土工法である「ラディッシュアンカー工法」は攪拌翼を用いて地山を改良しながら補強体を造成する工法で、周面摩擦力が得られにくい盛土や崩壊性の地山では特に補強効果を発揮する。しかし、地盤が硬質の場合や大きな礫が混在すると攪拌能率が低下し、施工が困難となる課題があった。この課題を解決すべく、「ロータスアンカー工法」を開発した。

2. ロータスアンカー工法の概要

ロータスアンカー工法は、二重管ダブルパッカーによる繰返し注入技術を用いて、中径（マイクロパイリング）の補強材を造成する工法である。

図1および写真1に示すように、専用の注入パイプ「インジェクションパイプ」の使用による、所定位置での繰返し注入により、球根状の補強体が築造できる（写真2）。また、繰返しに加圧注入が可能のため、図2に示すように串団子状の改良体を造成できるので、無加圧の従来工法に比べて、1.5～2.0倍程度の引抜き耐力が得られる²⁾。

削孔機は、ロータリーパーカッション方式の小型な削孔機を使用するため、ラディッシュアンカー工法では適用が困難であった硬質地盤や10mを超える長さにも対応可能である。

しかし、過去に斜面や切土のり面での施工実績はあったものの盛土のり面での施工事例がなかったため、補強効果確認の試験を実施した。

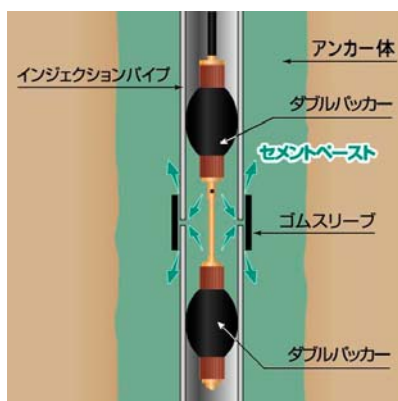


図1 ダブルパッカー注入模式図

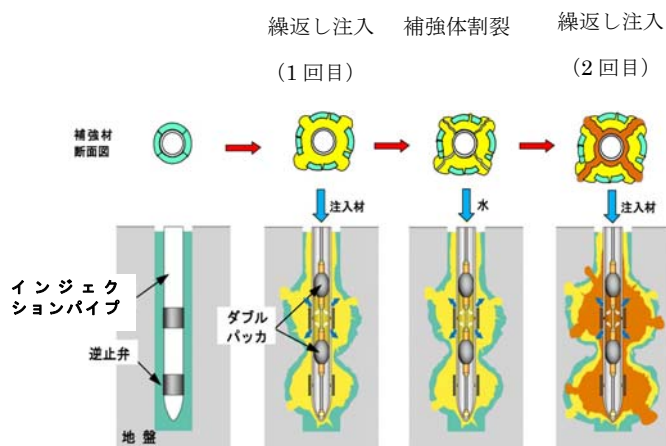


図2 補強体径増加の概念図

キーワード 地山補強土，繰返し注入，耐震補強

連絡先 〒102-8236 東京都千代田区五番町6番地2 ライト工業(株)施工技術本部防災技術部 TEL 03-3265-2454

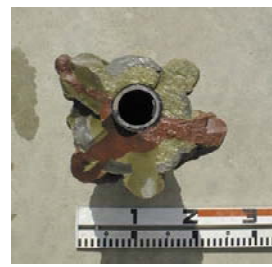


写真1 インジェクションパイプ

写真2 繰返し注入による補強体の造成例

3. 繰返し注入による補強効果の検証

既設盛土への適用に際し、使用する部材の仕様決定、注入量と造成される補強材径などを確認した。

通常、地山補強土工法ではグラウトを定量で注入し補強体を造成するが、本工法の特徴である繰返し注入による補強体径の増加を実際の地盤で確認するため、砂質土及び粘性土を1層30cmで転圧し、N値7～14程度に締め固めた人工地盤を造成した。その地盤に繰返し注入を行い、掘り起こしによる補強体の検証と仕様を決定した。試験概要を表1に示す。

表1 試験概要

試験場所	栃木県下野市 ライト工業(株)宇都宮機材センター
試験年月	平成24年10月～12月
地盤条件	コーン指数(qc)1,000～1,800kN/m ² (N値7～14程度)に締め固めた 砂質土、粘性土
埋戻土の条件	1層30cmをランマー、プレートで転圧
削孔径	φ125mmを想定
削孔長	2.0m
補強材	・インジェクションパイプ IP50 ・外径φ60.5 ネジ節異形棒鋼 D35 ・グラウトの逸脱防止のため、口元にパッカーを設置

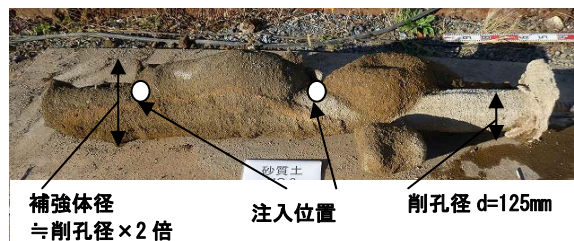


写真3 補強体の造成（全景）

異なる地盤条件での補強体の造成状況とインジェクションパイプの注入位置の違いによる補強体の造成状況を確認した。写真3に砂質土を例とした場合の補強材の造成状況を示す。

削孔径をφ125mmと想定した置換注入の後、繰返し注入を行った結果、補強体の最終造成径は平均で削孔径の2倍の径を得られることが確認できた。また、繰返し注入の位置は1m間隔で十分補強体が造成できることが確認できた。

4. まとめと今後の展望

繰返し注入を用いた補強土工法である「ロータスアンカー工法」を新たに開発し、既設盛土・切土などへの適用を想定した施工試験を実施した。その結果、仕様の適切な選定により、計画通りの出来形を確保しうることを確認した。

今後、首都直下地震対策のために、既設土構造物の耐震対策が急務である。しかし、線状構造物の既設盛土では、調査ボーリング等の地中状況の把握が十分に行えないため、地山補強土工を実施する際に、想定外に巨礫が混在して施工障害となることがある。また、都市部の鉄道盛土は、住宅が近接し十分な施工ヤードが確保できないなど施工上の制約も多い。ロータスアンカー工法は、補強材径の造成が削孔径に依存しないため、軽量の打撃機能を有した削孔機で施工でき、前述の諸問題に対応が可能である。

さらに、擁壁の耐震補強で問題となる、コア抜き時の配筋破断リスクも、小径の孔で良いことから、軽減されるなど今後の適用が期待できる。

参考文献

- 1) (公社)地盤工学会：地山補強土工法設計・施工マニュアル,平成23年8月
- 2) (一財)土木研究センター：RSIグラウンドアンカー建設技術審査証明報告書,平成23年6月