

技術紹介 19 道路盛土を対象とした地盤改良の新工法について

内田 智貴
UCHIDA Tomoki
土工・砂防 東日本事業部 地盤解析部



軟弱地盤上の道路盛土における盛土のり面の安定、圧密沈下対策として、固結工法（セメント系固化材を用いた深層混合処理杭等による地盤改良）が有効である。この工法は従来より複合地盤的設計手法により改良率 $A_p \geq 30\%$ の杭式地盤改良を基本として計画されてきた。しかし近年コスト縮減を目的とした新工法として低改良率の地盤改良工法の施工事例も多くなり、設計手法も整備されている。本稿では、軟弱粘土地盤上の道路盛土に対する安定対策として、低改良率の深層混合処理工法の適用性を評価した事例について紹介する。

キーワード：軟弱地盤対策、杭式地盤改良、低改良深層混合処理工法+表層混合処理工、壁式地盤改良工法

1.はじめに

軟弱地盤上の道路盛土設計を行う場合、道路の要求性能と周辺の制約条件に対して軟弱地盤検討（盛土のり面の安定、圧密沈下、周辺地盤への影響等）を実施し、必要に応じ対策工を計画する。

軟弱地盤対策は、プレロード工法や圧密促進工法、固結工法を比較し、対策効果や経済性等を評価し総合的に優位となる工法を選定するが、周辺への影響や工期的制約がある場合、全沈下量を抑制できる固結工法（深層混合処理工法による杭式地盤改良）を採用する事例が多い。

日本有数の軟弱地盤地帯が広がっているA道路においては、粘土層の厚さや圧密条件の悪さ等により従来の複合地盤的設計手法による杭式地盤改良（以下、従来工法とする）では高コストとなる。

このため、コスト縮減を目的とし、新工法（低改良率工法）の適用性を評価、比較検討した事例について紹介する。

2.存在した課題

当該地において軟弱粘土地盤上の道路盛土に対して従来工法を用いた場合、次の課題があった。

2-1.厚く堆積した軟弱な粘土層への対応

当該地は、日本有数の軟弱な沖積粘土層（潟土）地帯であり、その層厚は10m~20m程度である（図-1）。土層の特徴としては、①自然含水比が大きい、②鋭敏比が高い、③圧縮性が大きく圧密係数が小さい（沈下量が大きく圧密時間が長い）、④強度が小さいなどがあり、道路盛土を構築した場合、盛土のり面の安定や圧密沈下、周辺地盤への影響が生じる地盤条件であった。

対象区間では、「周辺施設等への影響抑制」や「工期的制約」から固結工法を採用することとし、従来工法により計画したところ、着底形式、改良率 $A_p \approx 35\%$ と工事費が大きくなることを見込まれた。

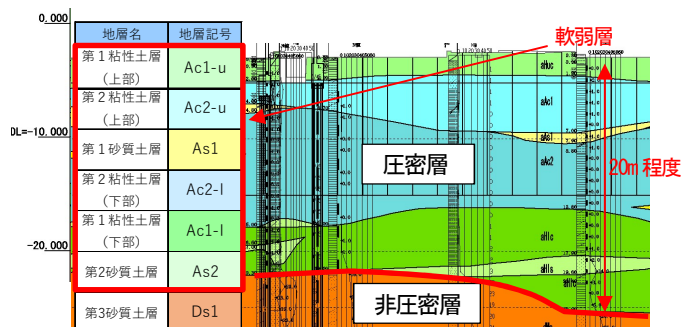


図-1 土層縦断面図

2-2.トラフィカビリティの確保

対象地区の土地利用は水田やクレーク、家屋等であり施工基面の低耐力や強度のばらつき等が懸念される条件であった。経済性に優れた大型二軸施工機械を採用した場合、これに対応した仮設工が必要となる。しかしながら既往工事では、施工基面对策を行ったにもかかわらず大型地盤改良機の転倒事故が発生した事例があり、施工時の安全性の確保が課題となった。

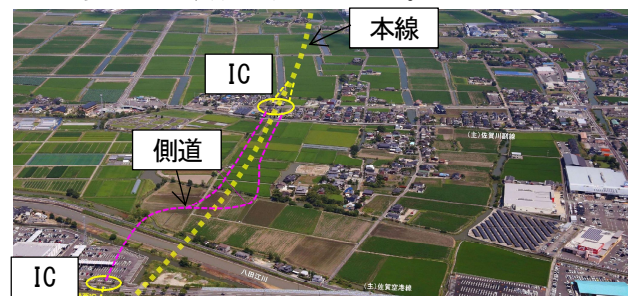


図-2 当該地の土地利用状況

3.解決する技術

3-1.新工法による低改良断面の設定

(1)低改良率の深層混合処理工法の採用

従来工法は、改良率 $A_p \approx 30\%$ 以上が標準であるが、よりコスト縮減が期待できる低改良率工法 ($A_p < 30\%$) の適用性について検討を行った。

【新工法1】低改良深層混合処理工+浅層混合処理工

従来工法では高コストとなる課題に対し、杭式改良を低改良率にすることでコスト削減できる低改良深層混合処理工+浅層混合処理工を提案した。この工法は①杭式改良 ($A_p=20\%$ 程度以下, 着底形式=非圧密層まで改良) により盛土荷重を支持することで盛土のり面の安定および沈下を抑制し、②表層固化盤により盛土内の不同沈下等を防止する構造である。なお、周辺工事にて実績があり、着底形式により対策効果が得られている。

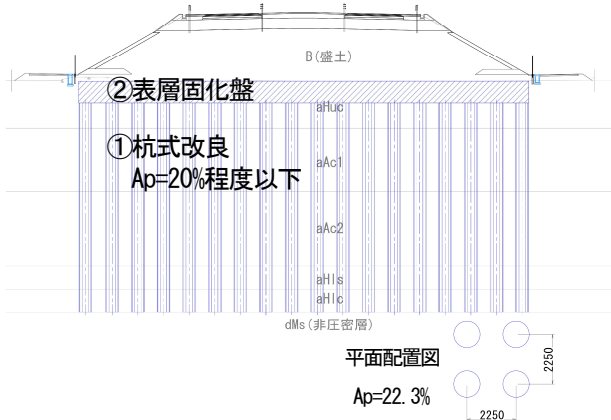


図-3 低改良深層混合処理工+浅層混合処理工

【新工法2】フローティング型壁式地盤改良工法

新工法1と同様に杭式改良を低改良率化、さらにフローティングにすることでコスト削減できるフローティング型壁式地盤改良工法を提案した。この工法は①壁式改良 (杭式改良を連続) をフローティング形式で盛土横断方向に配置し、その上に②表層固化盤を構築することで圧密沈下の抑制と盛土内の不同沈下を防止する。さらに③のり面下に着底形式の低改良率杭を設け、盛土のり面の安定ならびに周辺への影響を抑制する構造である。

この工法は、試験施工が平成29年頃に横断壁の壁間を大きくとって改良率を低く設定した断面で実施された。その結果、試験盛土後に変状 (天端の沈下、①と③の境界部に段差等) が生じ、設計手法の見直し (壁間隔の縮小等) が行われている。

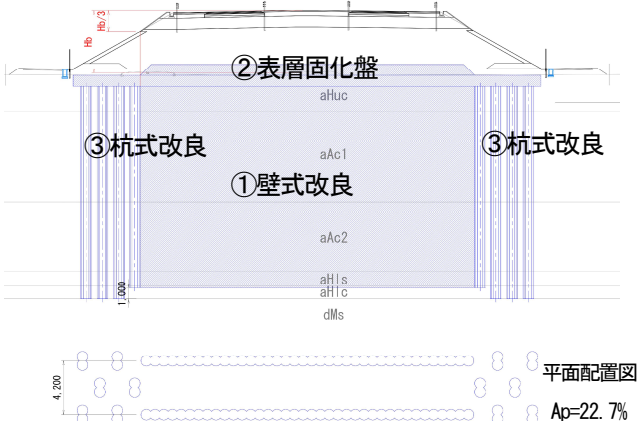


図-4 フローティング型壁式地盤改良工法

(2)対策効果の不確実性への対応

新工法について、盛土のり面の安定、圧密沈下、周辺地盤への影響を満足する改良長等を設定した結果、新工法1については着底が必要となった。一方、新工法2については圧密層1mを残し目標値を満足する。ただし、新工法2は圧密層厚20mに対し改良長19mとフローティング形式によるコスト削減効果が低いにも関わらず、軟弱層を残すことで設計値以上の沈下や沈下時間等、不確実な挙動のリスクがあるため、着底形式を提案した。

3-2.地盤改良施工時の安全性確保

通常の杭式地盤改良工法では、三点式大型二軸施工機械 (100tクラス) を用いることで経済的に優位となる。

今回の設計においては安全性の確保を優先し、経済面で不利となる小型単軸施工機械 (25tクラス, 大型施工機に対しコスト30%程度アップ) を提案し、接地圧の小さくすることで施工基面の耐力等のばらつきに対応することとした。

3-3.工法比較検討結果

一般的に改良率が低く打設長が短いほど経済的となり、さらに施工効率の良い大型重機施工とすることでコストを削減できるため、経済性の有利面では新工法2 (フローティング) が最も経済的となる傾向にある。今回は新工法1、2で低改良率 ($A_p=22.3\%$ 、 22.7%) を設定したが、新工法2では①改良長を短くできるフローティングを採用できなかったことから最も改良率が低い新工法1が経済性等で有利となった。なお、施工の安全性を確保するため、小型単軸施工機を共通で採用したが、杭式改良の低改良化により60%程度のコスト削減に繋がった。

表-1 従来工法と新工法とのコスト比較

	従来工法	新工法1	新工法2
模式図			
改良率	35.0	22.3	22.7
打設長	20 (着底)	20 (着底)	20 (着底)
コスト (10mあたり)	44,000円/m ²	28,000千円/m ²	29,000千円/m ²
評価	△	◎	○

4.まとめ

本稿では、軟弱地盤上の道路盛土における軟弱地盤対策として従来の杭式地盤改良工法だけでなく、コスト削減に繋がる低改良率深層混合処理工法について検討を行った事例を紹介した。

軟弱地盤対策設計においては、示方書やマニュアルなどの技術基準に準拠した検討が基本となるが、現地の状況に対応して新工法等、適用性が高いと考えられる工法を提案し、よりコスト削減に繋がる設計を行いたい。