

覆土工法

Earth Cover Method

樋口 洋平 (ひぐち ようへい)

五洋建設株式会社技術研究所第1研究開発室長

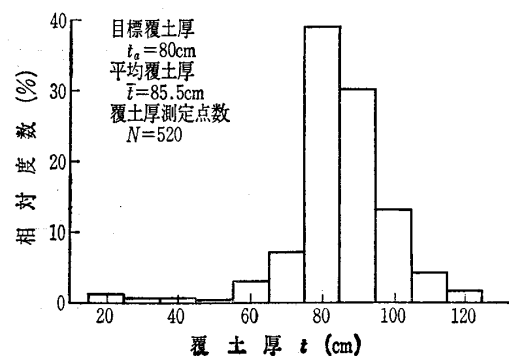
覆土とは、超軟弱地盤表層を補強するために、ある厚さでまき出した砂や山土などの良質土のことを言う。補強の目的は、超軟弱地盤の深層地盤改良を行うための施工機械のトラフィカビリティ確保、有害底泥の浚渫埋立地や産業廃棄物処分地などでは人のめり込み防止、悪臭防止および有害物の飛散防止などである。したがって、“覆土する”と言えば上記の目的で良質土を用いて超軟弱地盤表面を覆い隠すことを意味する。また、覆土 (earth cover) という言葉は学術用語として登録されている¹⁾。

一方、覆土工法という用語は人によって2種類の意味で使われているようである。

一つは前述したように良質土で超軟弱地盤を覆ってトラフィカビリティ確保や浚渫粘性土あるいは産業廃棄物の密閉を行うことそのものの意味で使われている。この意味からすれば、バーチカルドレーン工法で平面排水層を築造するサンドマット工法も覆土工法的一种である。

もう一つは“覆土のための施工法”の意味で使われており、良質土を軟弱地盤上に直接まき出すことが困難な場合にシート、ネット、グリッドやこれに竹井桁、ロープを組み合わせたものなどを支持力補強材として使用したり、あるいは施工機械を選択・工夫したりして覆土をまき出す施工法をいう。

設計あるいは施工を担当する実務者にとって問題になるのは、後者の覆土のための施工法であることが多い。理由は、超軟弱地盤の上では、砂や山土を直接まき出すと施工機械の重量やまき出した土の荷重により地盤が局部的に破壊して陥没を生じたり、覆土と軟弱土とが混合したりして、均一な層厚で覆土を行うことが困難であることによる。そのため、軟弱地盤対策としてシートあるいはネットなどの支持力補強材を用いる表層被覆工法と覆土をまき出す



図一 覆土厚ヒストグラム⁴⁾

施工機械の組み合わせについて種々の比較検討が行われる。

大規模工事での表層被覆工法の歴史は1960年代に浚渫粘性土で埋立てられた地盤の覆土工事におけるポリエチレンシートの利用によって始まったと言える。その後の表層被覆材料の開発と工法発展の経緯は山内の報告²⁾、その他³⁾に詳述されている。現在は、ジオテキスタイルと呼ばれる多種多様な表層被覆材料が市場に出ており、素材や引張り強度などで分けるとその数はおよそ200種類に達する。これらの材料は、使用に際して発生する張力を算定して張力に見合った引張り強度を有する素材を選定する設計が要求されることが多いが、基準化された設計法がないのが現状である。

設計におけるもう一つの重要課題は覆土の目的を満足する厚さ（例えば、バーチカルドレーン工法のためのサンドマット築造であれば0.5～1.2m程度）を確保するために必要な土量を的確に予測することである。これについて実工事での覆土厚さの分布を用いて少し詳しく述べる。図一は面積約260 000 m²の軟弱埋立地盤に目標覆土厚80 cmでバーチカルドレーン工法のためのサンドマットを施工したときの覆土厚分布である。この例では、平均覆土厚が

技術手帳

85.5 cm で目標覆土厚を上回っているものの施工面積の約30%の区域では覆土厚さが20~80 cm で目標値を下回っており、サンドマットの目的（特に、地盤改良機械のトラフィカビリティ確保）が達成されていない。このような覆土厚さのばらつきは施工事例の多くで観測されており、目標厚を満足させるために覆土材料の追加投入が必要となる事例も見られる。したがって、品質管理の面から覆土厚調査数 N のうちサンドマットの厚さが目標値を下回る確率がある値（例えば15%）以下に制限されるようなときの必要土量は、図—1に示した工事例で見ると、面積×目標覆土厚=260 000×0.8=208 000 m^3 を大きく上回る。必要土量を求めるための割増し係数は、通常

の軟弱地盤上での敷砂工事に適用される割増し係数（一般に25~30%）よりも大きく、施工事例から見ると40%程度の値になっている。また、必要土量は覆土目的、地盤表層のせん断強度、表層被覆材料の有無とその補強効果、施行機械の組み合わせによって変化する。これらの関係は渡ら⁴⁾によって報告されている。

施工において問題となるのが施工機械の選択と覆土厚さの管理方法である。施工機械は、シートやネットに局部的な変形を与えないようにするために、1回のまき出し厚さをできるだけ小さくできるものが望ましい。覆土の材料が砂の場合は、小型サンドポンプを利用したスラリーまき出しやジェットコンベヤーによる投射などが行われている。山土などの場合は、軽量で機動性を有する小型の不整地運搬車（ゴムクローラー式、ホイール式のキャリヤー）が使用される事例が増加しつつある。これは、覆土の第1層の仕上がり状態が最終的な覆土厚のばらつきに及ぼす影響が大きく、第1層では局部的沈下を防ぎつつ均一な層厚でのまき出しを行うことが最重点課題となるためである。覆土の第1層がほぼ均一に

表—1 土砂まき出し機械とまき出し方法⁵⁾

機械の種類	機種別の施工方法	主 要 仕 様	備 考
小型ブルドーザー	ドーザータイプ シートまたはネット ショベルタイプ シートまたはネット	重量 (tf) 3.8~4.6 全 長 (m) 3.2~3.4 全 幅 (m) 1.8~2.9 接地圧 (kgf/cm ²) 0.22~0.11	○ショベルタイプとドーザータイプ ○まき出し先端部ではショベルタイプが適する
キャリヤー	ホイール(クローラー) シートまたはネット	クローラ ホイールタイプ 最大積載重量 (tf) 2~4 接地圧 (kgf/cm ²) 0.2~0.5	○1m ³ 程度の土砂を運搬 ○ダンプアップ方式で盛土
ジェットコンベヤー	小型バックホウコンベヤー 10~15m シートまたはネット クローラー(ホイール)	重量 (tf) 0.45~3 投射距離 (m) 5~20 全 長 (m) 2.3~3.5 全 幅 (m) 1~2 投射能力 砂25 m ³ /h	○本来、穀類、粉炭などの小運搬、積上げ用 ○基本走行形式はホイール式。オプションでクローラータイプも可能
グラムシェル	安定地盤 シートまたはネット	ベースマシン重量 (tf) 30~40 バケット容量 (m ³) 0.6~1 作業半径 (m) 8~10	○グラムシェルは安定地盤上を走行 ○スラッジ、へどろ等の覆土向
ベルトコンベヤー	約5m シートまたはネット	重量 (tf) 0.15~0.2 機 長 (m) 5~15 ベルト幅 (cm) 35~60 ベルト速度 (m/min) 45~50	○複数本を連結 ○移動用ローラー取付け可能
浚渫ポンプ	マイクロポンプ船 排砂管 シートまたはネット まき出された砂 マイクロポンプ船	ポンプ種類…マイクロポンプ、バーチカルローダー船、サンドポンプ 能力… 水 中…500m ³ /d ド ラ イ…200~400m ³ /d	○水中方式…水位は0.5~1.0m ○ドライ方式…表面水なし

施工された後は、ある程度のトラフィカビリティが確保できるため、小型土工機械（ダンプトラック、ブルドーザー）によって覆土を完成させることができる。最近の工事例で採用されている施工方法の一覧を表—1に示す。

超軟弱地盤上での覆土工事においては表層被覆材料を用いても、軟弱地盤の変形がある程度生ずることは避け難い。設計・施工に際しては、覆土の目的および要求される機能を十分に理解したうえで、地盤変形をどの程度に抑えれば経済的な施工が可能かを検討するのが望ましい。

参考文献

- 1) 文部省・土木学会：学術用語集 土木工学編, 1991.
- 2) 山内豊聡：日本におけるジオテキスタイルの発達、土と基礎, Vol. 33, No. 5, pp. 3~8, 1985.
- 3) 土質工学会：土質工学ハンドブック 1982年版, pp. 1037~1044, 1982.
- 4) 渡 義治・樋口洋平・新舎 博：埋立粘性土の土性変化と覆土工法の選定, 土と基礎, Vol. 31, No. 6, pp. 19~24, 1983.
- 5) 土質工学会編：軟弱地盤対策工法一調査・設計から施工まで一, 第5章, pp. 203~208, 1988.

(原稿受理 1992. 6. 1)