

硬度上限を持つ植生基盤盛土の施工管理事例について

東京土木施工管理技士会

東亜建設工業株式会社

堺 谷 常 廣[○]

大和屋 隆 司 河 野 一 郎

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：仙台地区第十八（2）治山工事
- (2) 発 注 者：林野庁東北森林管理局
- (3) 工事場所：宮城県仙台市宮城野区
- (4) 工 期：平成28年7月2日～
平成29年3月10日

2. 現場における問題点

仙台地区第十八治山工事は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災で被災した、防砂林の植生基盤盛土の構築を行うものである（図-1、2）。防砂林と伴に植生基盤である地盤が海水の浸水により塩分が浸透した事や震災による瓦礫の処理場所として使用されたため、改めて覆土を行い、その上に植林を行うための基盤盛土を行う必要があった。植生盛土の条件として、盛土基盤の硬度が24mm以下（山中式硬度計による貫入量）であることが求められた。これは、植生林の根の伸長には、盛土の柔らかさが必要であり、盛土の硬度が高い場合、植物の根の植生阻害に至る。そのため、盛土としての安定性を保ちつつ、所定の硬度以下となる盛土を構築する必要があった。図-2は、盛土の横断面図である。原地盤（津波により浸水された地盤）に一次盛土を盛土（震災で発生した瓦礫と購入砂の互層の盛土）二次盛土（購入砂によ

る植生基盤）の3つの地盤構成となっている。本工事は、この中の二次盛土の施工を行うものである。また、原地盤のGL-10mの箇所には軟弱な粘土層があるため、一次盛土による圧密を見込んでいたため、施工後にも圧密が進むか否かの判断



図-1 盛土完成写真

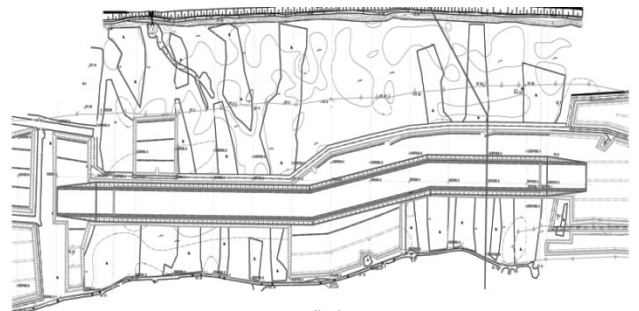


図-2 盛土平面図

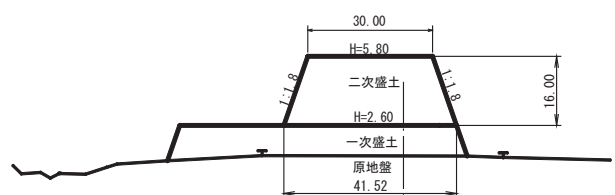


図-3 横断面図

も必要であった。そのため、盛土完了後の粘土層の確認も合わせて行い、盛土の安定について確認を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

盛土の植生基盤として硬度を所定の値（貫入量 $S > 24\text{mm}$ ）とするために以下の工夫をした。

1) 盛土の転圧回数の管理

GPS による転圧回数管理システムをブルトータに搭載して、撤出時にブルトータにより偏った転圧にならないようにした。転圧回数は、別工事で転圧試験を行った際に得られた山中式硬度計と転圧回数の関係から、6 回転圧を上限として、オペレータの操縦席に設置してあるディスプレイで現在の転圧回数を確認出来るものとした。回数毎に画面表示上で表示色を変える事により把握を容易にして過転圧を防ぎやすくする工夫を行った。図-4 は、GPS 転圧管理システムの設置状況、図-5 は、盛土全域の転圧回数の表示を重ね合わせて、管理の状況を図示したものである。



図-4 GPS 施工管理システム

2) 動的三成分コーンによる盛土内の強度分布

植生基盤盛土は植林後の根の伸張を確保するために、盛土内の硬さについて所定の硬度以下（ $S < 24\text{mm}$ ）とすることが求められている。そのため、盛土の転圧時に過転圧にならない工夫が必要であるが、施工完了後に所定の硬度上限以下であるか確認を行った。調査方法として山中式硬度計の貫入量と相関性のあるコーン指数をつかい、盛土の深度方向の先端抵抗を計測した。

コーン貫入試験は、通常軟弱な地盤に使用される事が多く、静的に貫入（貫入速度 $1 \sim 2\text{cm/sec}$ ）することにより先端抵抗を求める試験である。そのため、貫入時のカウンターウエイトが 2t 程度であるが、盛土に適用する場合は、 $10 \sim 20\text{t}$ 程度のカウンターウエイトが必要となり簡単な調査でも大がかりな重しが必要となる。この欠点を克服するために、標準貫入試験と同様な機構（重錘落下）で貫入力を得て、地盤に貫入可能な動的三成分コーン（H-CPT）を使用して植生基盤盛土内の強度分布を測定した。貫入機は、ラムサウンデ

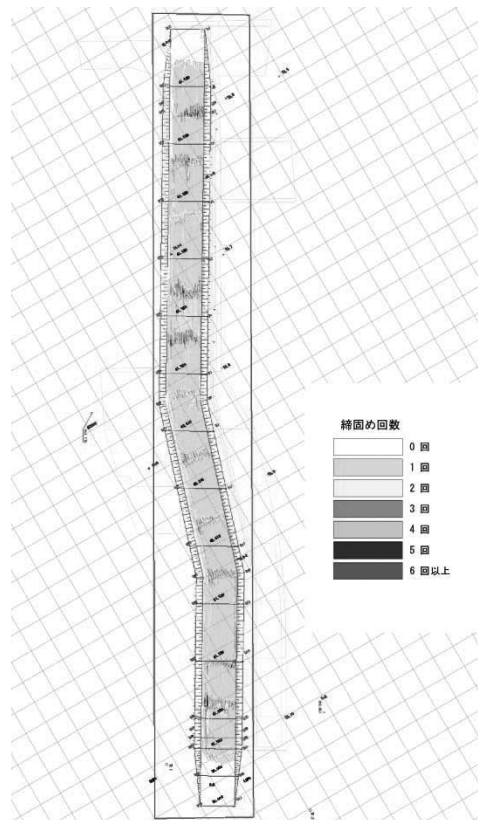


図-5 転圧回数の重ね合わせ

ィング貫入機を転用して更に容易に移動可能なものとした。H-CPT は、動的な荷重を測定するために、動歪計を使用して極めて短い時間に発生する荷重を記録している。三成分コーンを基にしているため、コーン内部に間隙水圧計、加速度計を内蔵し複数の地盤情報を取得出来るようにしている。

図-7は、H-CPT による植生盛土内の強度分布である。盛土は T. P. =5.8m~2.6m まで区間（二次盛土）で、この区間で所定の硬度を保つ必要がある。山中式硬度計と貫入試験の相関性は山中式貫入計のものを引用している。山中式貫入計の断面積が 3.3cm^2 と H-CPT の $1/3$ であることから、スケール効果を考慮して管理値を $q_c=0.3\text{MPa}$ として調査を行った。コーン指数は、静的な強度と動的な強度の相関性を確認するために、N 値との相関性を確認して変換している。N 値と H-CPT の相関係数を求めて、一般的なコーン貫入試験と標準貫入試験の比 $q_c/N = 3 \sim 4$ （砂地盤）から変換を行った。図-6は、H-CPT の測定状況であるが、標準貫入試験や、カウンターウェイトを使用した静的コーン試験と比べて簡易

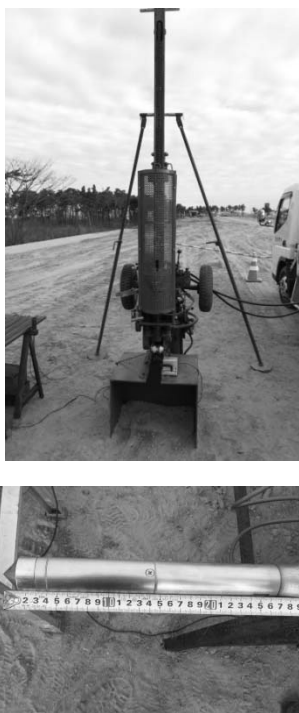


図-6 H-CPT 設置及び先端コーン

な機構となっている。

図-7をみると盛土内は、ほぼ様な強度を保ち、根の伸長に必要な強度 $q_c=0.3\text{MPa}$ 以下となっている。また、一次盛土では深度方向に強度勾配がみられ、二次盛土による強度の増加が確認された。

3) 原地盤を含めた地盤の強度分布

対象地盤は、海岸近傍の様な砂地盤であるが、深度方法 GL-10m 付近に一部軟弱な部分があった。一次盛土で十分圧密が進んでいると想定されていたが、改めて二次盛土終了後に地盤内の強度分布を確認し、軟弱な粘土層の有無を把握するべく調査を行った。

調査は、標準貫入試験と高い相関性あるラムサウンディング試験（ARS）により N 値の分布を計測した。また、盛土内の強度分布を測定した、H-CPT も合わせて原地盤の測定を行った。H-CPT は間隙水圧と先端抵抗を合わせて計測するため、地盤の土層構成の判定が容易である。そのため、H-CPT を併用して地盤調査を行った。図-8 (a) (b) (c) は、盛土内の N 値の分布と H-CPT の先端抵抗及び間隙水圧の深度分布である。H-

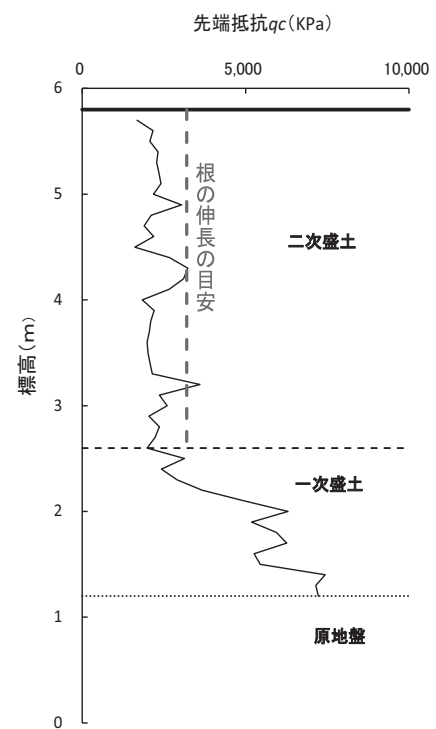


図-7 盛土内の強度の深度分布

CPT の計測値は、Nd 値と比較するために変換して併記している。二次盛土は、概ね Nd 値 = 5 ~ 10 程度、一次盛土は Nd 値 = 5 ~ 20、原地盤は、N 値 = 10 ~ 36 となっている。Nd 値では、軟弱な粘土層の確認は出来ない。

H-CPT は、Nd 値と同様に二次盛土、一次盛土、原地盤でそれぞれ先端抵抗に差異があるが、ARS と比較して、土層分布が明確であるという特徴がある。二次盛土、及び一次盛土の境界が明確にわかる。また、間隙水圧をみると二次盛土、一次盛土、原地盤で明確に差異が発生している。二次盛土と一次盛土の境界では、急激に間隙水圧が高くなり、一次盛土と原地盤では、透水性の違いにより急激に落ちている。強度では明確に差が

でない箇所では、間隙水圧を併用することで土層判定が容易になる。GL-10m 付近に間隙水圧の高くなる粘土層があるが 30cm 程度と薄い事と先端抵抗が高い事から、将来にわたり沈下に対して、影響がないものと評価できた。

4. おわりに

植生基盤盛土は、硬度の上限があるため、通常の転圧による施工管理と違う「柔らかさ」を備えつつ、安定性を求められる。そのため、施工時の管理に加えて盛土完了後に三成分コーンによる調査を行った。三成分コーンにより土層構成が明確に判別できるため、盛土の安定性が確認できた。

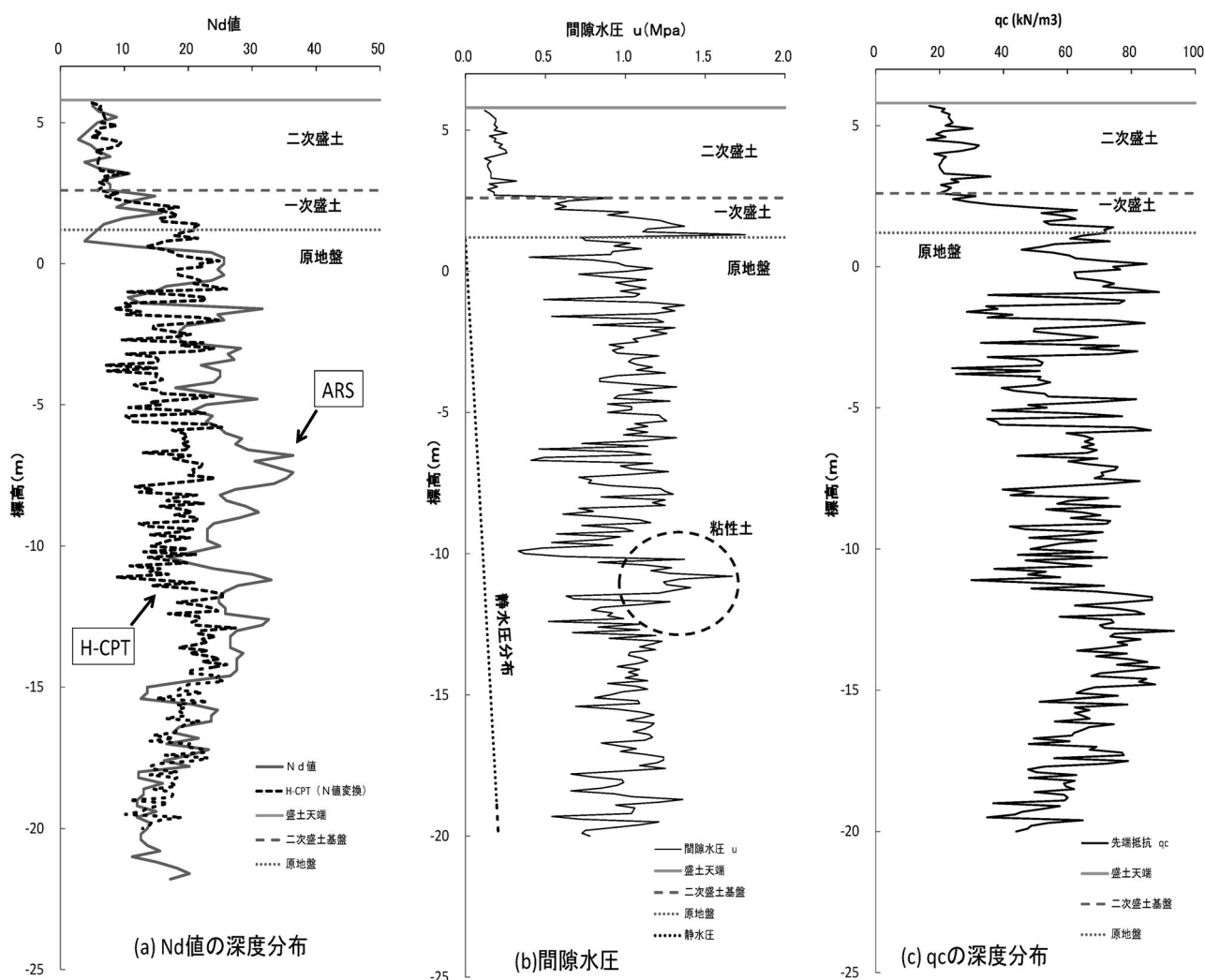


図-8 原地盤及び盛土の調査結果