

**北海道における ICT 活用工事の
出来形管理マニュアル【土工－軟弱地盤編】**

(暫定案)

令和 2 年 6 月

北海道開発局

北海道におけるICT活用工事の出来形管理マニュアル【土工－軟弱地盤編】
（暫定案） 目次

1. 本マニュアルの目的.....	1
2. 軟弱地盤盛土の概要.....	2
2.1 通常の軟弱地盤工事.....	2
2.2 ICT活用工事による軟弱地盤工事.....	2
3. 本マニュアルの適用範囲	3
4. ICT活用工事における軟弱地盤の出来形管理の概要.....	6
5. ICT活用工事における軟弱地盤の出来形管理マニュアル（暫定案）	7
5.1 計測精度.....	7
5.2 施工計画書の作成（事前協議含む）	9
5.3 3次元起工測量.....	13
5.4 3次元設計データの作成及び修正.....	15
5.5 ICT建機による施工	17
5.6 3次元出来形計測	19
5.7 出来形管理資料の作成（完成検査準備）	21
5.8 検査	22

1. 本マニュアルの目的

ICT 活用工事とは、施工プロセスの全ての段階において、以下に示す ICT 施工技術を全面的に活用する工事である。

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

3次元データの活用を進めるため、原則、面管理による出来形管理を行うこととしているが、軟弱地盤においては、盛土により施工基面の沈下が生じるため、沈下板毎に沈下量を計測し、部分的に盛土を行っていくことから、施工管理の手間が増加するとともに、出来形計測時や検査時においても沈下が進行するという特性を有している。

このため、通常の ICT 土工と比較し、以下の点で管理が不適切となる場合がある。

表 1.1 通常の ICT 土工の管理と軟弱地盤の特性（問題点）

	通常の ICT 土工の管理	軟弱地盤の特性（問題点）
① 3次元起工測量	起工測量において、3次元測量データを取得するため、UAV やレーザースキャナー等を用いた測量を行う	沈下の影響を考慮した起工測量を行う必要がある
② 3次元設計データ	起工測量の結果と設計図書を用いて3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する	施工基面が盛土により沈下するため、3次元設計データの修正を行う必要がある。
③ ICT建設機械による施工	3次元設計データを用いて ICT 建設機械を作業に応じて選択して施工を行う	3次元設計データの修正に合わせて ICT 建機へ搭載するデータの修正もしくは施工データの補正（オフセット施工）が必要である。
④ 3次元出来形管理等の施工管理	工事の出来形について、3次元計測機器を用いた出来形管理及び品質管理を行う	施工完了後にも沈下が進行することにより、出来形計測と実地検査の結果が異なる場合がある
⑤ 3次元データの納品	3次元施工管理データを、工事完成図書として電子納品する	出来形管理資料は修正3次元設計データに基づいて作成する必要がある。

本マニュアル（暫定案）は、軟弱地盤においても ICT 活用工事を適用するために必要となる事項と具体的内容を示したものである。ICT 活用は施工現場の効率化向上を目的とするものであり、効率化が図れる技術をより活用できるようとりまとめたものであるが、当該マニュアルにおいても現地状況等により非効率と判断されるような場合については、当該マニュアル（暫定案）によらず従来技術で実施することを妨げない。

なお、本マニュアル（暫定案）は、平成 30 年度に北海道開発局が実施した調査結果に基づき作成しているが、今後の技術開発等によって更なる発展が実現される場合や新たな知見が得られた場合は、適宜、内容を改善していくこととする。

また、泥炭性軟弱地盤における施工の場合は、泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル（国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所）もあわせて参照すること。

2. 軟弱地盤盛土の概要

2.1 通常の軟弱地盤上における盛土工事

盛土期間中は、日々、沈下板の動態観測を行い、沈下量、水平変位を計測し、1層毎に盛土厚さを調整しながら建機により施工を行う。

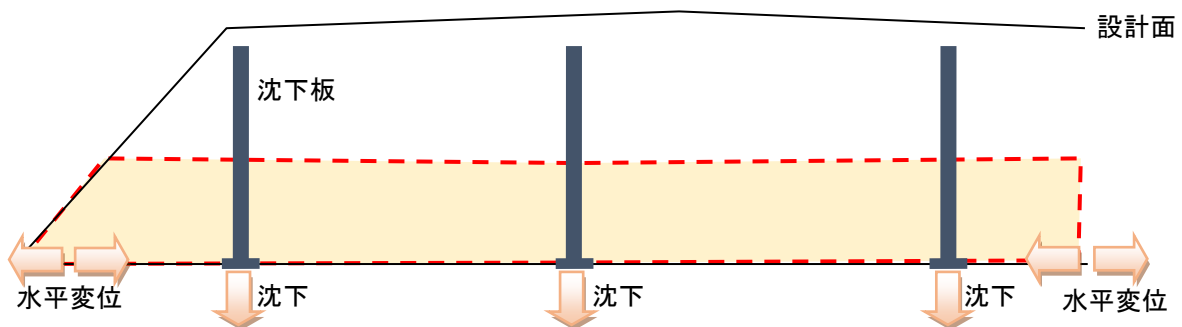


図 2-1 盛土期間中の動態観測イメージ

2.2 ICT 活用工事による軟弱地盤上における盛土工事

盛土期間中、動態観測を行うことに変わりはないが、計測した沈下量を 3 次元設計データに反映させ、盛土層厚管理を ICT 建機で行う必要がある。

また、盛土完了後に出来形計測をするが、盛土完了時の出来形計測・出来形管理資料作成時の盛土形状と検査時の形状が沈下により異なる等の特徴がある。

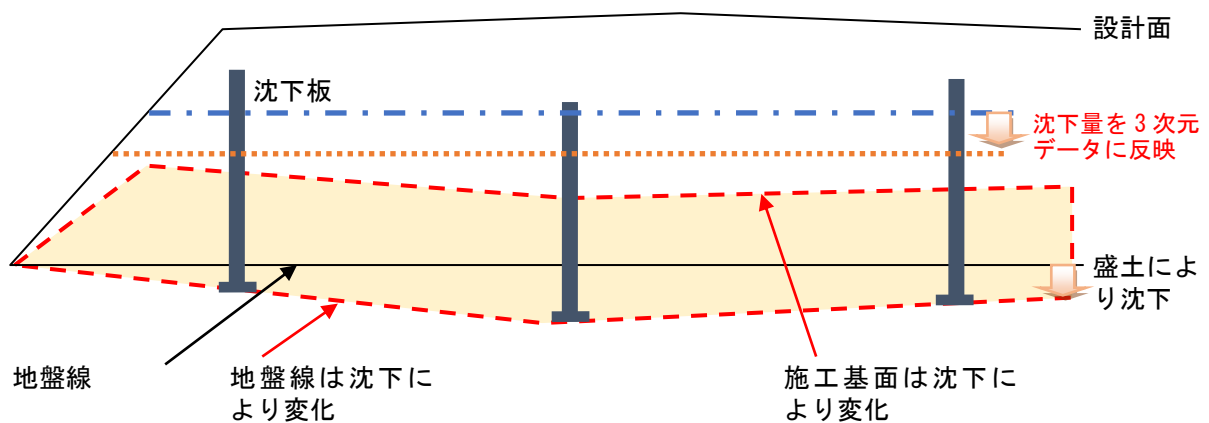


図 2-2 軟弱地盤における沈下イメージ

3. 本マニュアルの適用範囲

本マニュアルは受注者が行う、ICT活用工事（土工）において、空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理、地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理、トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理、トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理、RTK-GNSSを用いた出来形管理、無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理、地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量、その他の3次元計測技術を用いた出来形管理（以下、本マニュアルでは「管理要領」という）を用いた軟弱地盤上の盛土工事における出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

1) 用語の定義

本マニュアルでは、特に定めのない限り以下の略語を使用している。

- ・ TS : トータルステーション
- ・ RTK-GNSS : リアルタイムキネマティック法による衛星測量機
- ・ GNSS ローパー : GNSS を用いた測量機器
- ・ TLS : 地上形レーザースキャナー
- ・ UAV : 無人航空機を用いた写真測量
- ・ 従来測量 : レベル・テープ等を用いた地形測量

2) 測定方法

本マニュアルでは、TS（面管理の場合）、TS（ノンプリズム）、RTK-GNSS（面管理の場合）、TLS、UAV を用いた軟弱地盤上の盛土工における出来形計測及び出来形管理方法を規定しているが、面管理を実施出来ない場合は、従来と同様（断面管理）を行っても良い。

3) 適用工種

土木工事施工管理基準における適用工種は表 3.1 の通りであり、軟弱地盤上の盛土工を対象とする。なお、本マニュアル（暫定案）は「暫定盛土で厚さ管理を行う軟弱地盤上への盛土工に適用」し、高さ管理を行う必要がある盛土工には適用しない。

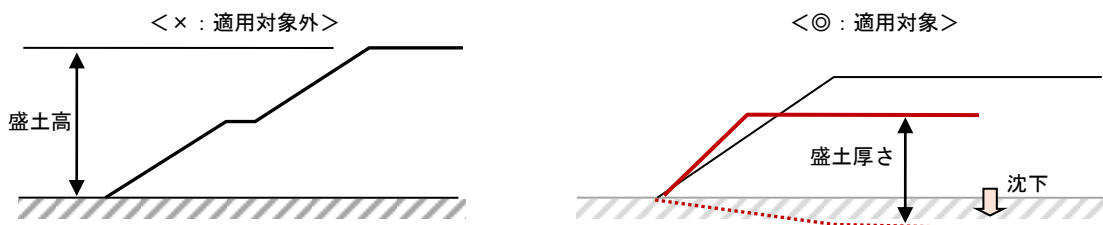


図 3-1 適用対象（イメージ）

以降、本マニュアル（暫定案）では、「軟弱地盤上へ厚さ管理（暫定盛土等）を行う盛土工」のことを「軟弱地盤上の盛土」と表現する。

表 3.1 適用工種区分

編	章	節	工種
共通編	土工	道路土工	路体盛土工 路床盛土工
		河川・海岸・砂防土工	盛土工

（土木工事施工管理基準の工種区分より）

4) 対象となる作業範囲

本マニュアルで示す作業の範囲は、図 3-2 の実線部分（施工計画、準備工の一部、施工、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。

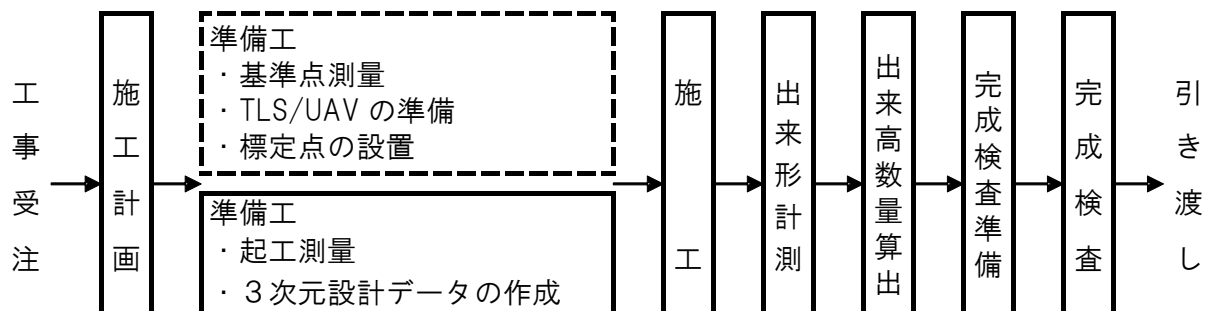


図 3-2 本マニュアルの対象となる作業範囲（実線部分）

5) ICT 活用工事の位置づけ

3次元データの活用を進めるため、面管理により出来計測を行うことを標準としているが、軟弱地盤上の盛土について、本マニュアルに基づいて実施した場合は、面管理による出来形計測ができない場合においても、ICT活用工事として実施したものとする。

6) 軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）のフロー

本マニュアルで対象とする軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）のフローを図 3-3 に示す。

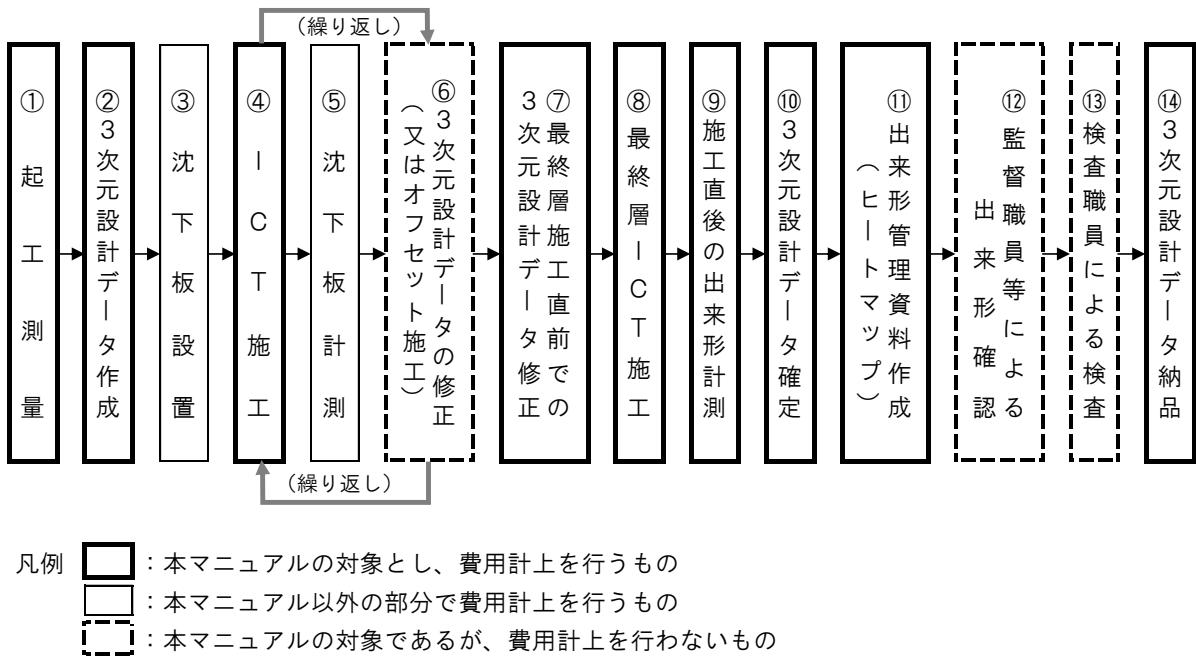


図 3-3 軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）のフロー

4. 軟弱地盤上のICT土工（盛土）における出来形管理の概要

本マニュアルに示した軟弱地盤上のICT土工（盛土）における出来形管理の概要を以下に示す。

<実施項目>	<本マニュアルの概要>
①計測精度 (起工測量、出来形計測)	【5.1 計測精度】 ・ICT 活用工事において軟弱地盤上の盛土の出来形管理を行う場合、出来形計測における計測精度を起工測量の要求精度と同様に緩和。
②施工計画書の作成	【5.2 施工計画書の作成】 ①適用区域：周辺地盤への影響を考慮し3次元計測範囲を決定。 ②出来形計測時期等：最終層施工後の計測を基本とし、3次元計測範囲等を事前協議。 ③沈下板の設置：施工上支障がある場合は設置間隔等を協議。
③3次元起工測量	【5.3 3次元起工測量】 ・工事基準点の追加検討：沈下による変位や測量誤差等が懸念される場合は工事基準点の追加を検討。
④3次元設計データの作成（当初）	【5.4 3次元設計データの作成】 ・3次元設計データの作成：発注者から貸与された設計図書に基づき作成するが、データの作成範囲については、監督職員との協議を行い、その結果を3次元設計データに反映させる。
⑤ICT建機による施工	【5.5 ICT建機による施工】 ・盛土層毎に沈下量を計測し、施工管理データを修正もしくは当初施工管理データから沈下量分をオフセット施工。 ・1層の巻出厚さが規定以上にならないように実施
⑥3次元設計データの修正	【5.6 3次元設計データの修正】 ・3次元設計データの修正：最終層1層前施工後に沈下量を計測し、地盤線及び施工基面データの修正後、必要盛土厚を算定し、3次元設計データを修正。
⑦3次元出来形計測	【5.6 3次元出来形計測】 ①出来形計測の確認：出来形計測・出来形管理資料作成後、速やかに監督職員等が出来形の確認を実施できるように事前に調整。 ②3次元出来形計測回数：盛土の施工時期に時間差がある場合等、3次元計測を複数回実施する必要がある場合は事前に協議・決定。
⑧出来形管理資料の作成	【5.7 出来形管理資料の作成】 ①修正3次元設計データの確定：最終層施工後、3次元計測を実施し法尻位置を確定後、修正3次元設計データを確定。 ②出来形管理資料の作成：修正3次元設計データ（確定）と3次元計測結果より出来形管理資料（ヒートマップ）を作成。
⑨検査	【5.8 検査】 ①最終層の施工後にも沈下が生じる可能性があるため、出来形計測後、速やかに検査ができるよう調整を行う。 ②出来形管理資料に基づき現地計測を行い、沈下量を確認。

5. 軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）における出来形管理マニュアル（案）

5.1 計測精度

軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）の出来形管理を行うにあたり、計測精度の要求精度は起工測量の要求精度を緩和することとする。

	TS ノンプリズム		RTK-GNSS		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ)
	平面座標	標高差	鉛直方向	垂直方向	
起工測量	±20mm 以内	±30mm 以内	±20mm 以内	±30mm 以内	1点以上 / 0.25m ² (50cm × 50cm)
出来形計測	±20mm 以内	±30 mm 以内	±20mm 以内	±30 mm 以内	面管理の場合は 1点以上 / 1m ² (100cm × 100cm)

	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ)
	要求精度 精度確認	地上画素 寸法	要求精度 精度確認	計測最大 距離	
起工測量	10cm 以内	2cm/画素以内	10cm 以内	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上 / 0.25m ² (50cm × 50cm)
出来形計測	10cm 以内	2cm/画素以内	10cm 以内	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上 / 1m ² (1m × 1m) 出来形計測時は、 1点以上 / 0.25m ² (50cm × 50cm)

【解説】

軟弱地盤上における盛土の施工においては、沈下途中であり、完成盛土と同様の精度は必要なく、暫定盛土の出来形管理に限り、起工測量と同等の要求精度に緩和する。

通常の ICT 土工と同様の要求精度で計測することは、軟弱地盤における盛土においては、出来形を計測しても、沈下が進み変わる。また、暫定盛土のため、次工事においても施工前に起工測量等を行うこととなることから、効率的に施工管理する上で好ましくない。

このため、本マニュアルでは、数量算出で用いる精度として ICT 土工の起工測量や岩盤線計測で要求される計測精度で出来形計測を実施することとする。

<参考①：H30年度に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

①起工測量の精度

・(H30調査では特に課題無し)

	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ)
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
起工測量	10cm 以内	2cm/画素以内	10cm 以内	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.25m ² (50cm×50cm)

②出来形計測の精度

・(H30調査では特に課題無し)

	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ)
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±5cm 以内	1cm/画素以内	±20mm 以内	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/1m ² (1m×1m) 出来形計測時は、 1点以上/0.01m ² (10cm×10cm)

→H30調査では出来形計測の精度に関して、特に課題は抽出されなかったが、軟弱地盤の特性(盛土完了後にも沈下により形状が変化する)から起工測量と同等の精度に要求精度を緩和する。

なお、標定点及び検証点の設置については、各管理要領によるものとする。

<参考：UAVの場合>

位置精度	隣接する 外側標定点の距離	任意の内測標定点と その点を囲む各標定点との距離
0.05m 以内	100m 以内	200m 以内
0.10m 以内	100m 以内	400m 以内
0.20m 以内	200m 以内	600m 以内

UAVを用いた公共測量マニュアル(案)H29.3月改正(国土地理院)より

5.2 施工計画書の作成

受注者は、軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）の出来形管理を行うにあたり、管理要領に加え、施工計画書に次のことを記載する。

1) 適用区域（3次元計測の範囲）

- ・ 周辺地盤への影響がある（事業損失が懸念される）場合は、3次元計測の範囲を受発注者で協議・確認のうえ決定する。なお、施工範囲の変更等が生じた場合は再協議し実施範囲を決定する。

2) 起工測量

- ・ 3次元計測の範囲を発注者と協議・決定し、起工測量を実施。

3) 3次元設計データ作成

①3次元設計データ作成（当初）

- ・ 3次元設計データの作成にあたっては、沈下後のデータ修正が容易となるよう、必要以上に変化点を細かくしないよう配慮すること。

②3次元設計データの修正

- ・ 最終出来形管理を行うため、最終層施工直前に3次元設計データの修正を行う。

4) 出来形計測箇所・時期、計測回数

- ・ 出来形計測を実施する出来形管理箇所、時期、頻度を記載する。
 - ・ 出来形計測箇所 : 盛土天端
 - ・ 3次元計測時期 : 最終層施工後
 - ・ 計測回数 : 最終層施工後を基本とするが、これに寄らない場合は監督職員と協議を行う。

5) 沈下板の設置、沈下量の計測頻度・動態観測

- ・ 沈下板の設置間隔や計測頻度は監督職員と協議を行い決定する。

【解説】

1) 適用区域

軟弱地盤上の盛土施工における3次元計測範囲は、施工範囲とするが、施工による沈下により、周辺地盤への影響など事業損失が懸念される場合は、必要に応じて、3次元計測範囲について受発注者において協議を行うものとする。

<参考：H30年度の聞き取り調査結果>

- 沈下の影響が不明であったため、+30m程度広めに計測……………（1業者）
 - 周辺地盤への影響を考慮し、+20m程度広めに計測……………（2業者）
 - 計測範囲は+10m程度広く計測……………（1業者）
 - 土工部周辺の+8m程度（5m+2～3m程度）の範囲を計測……………（1業者）
 - 当初協議で横断方向に+5m計測（実際は若干広めに計測）……………（1業者）
 - 安易に計測範囲を広げた場合、計測費用が高額（不経済）となる可能性があるため、地盤改良方法によってある程度の指標が必要……………（1業者）
- 参考：プレローディング、サーチャージ盛土……………周囲20m

地盤改良（固結工）	……………	周囲 10m
真空圧密工法（地盤改良包囲）	……………	周囲 10m
特殊な地形、周辺地盤、その他の影響が懸念される場合	……………	受発注者協議 等

2) 起工測量

軟弱地盤上における盛土の施工においては、想定以上に沈下がある場合、沈下量の再計測や3次元データの修正が必要になることが想定される。日々の沈下量に応じて、出来形計測箇所、時期を決めておく必要がある（なお、起工測量においては、原地盤面整正後に計測することで算出土量の精度向上が見込まれる）。

出来形計測箇所は、ICT 施工の区間の盛土全面を基本とするが、付属構造物の有無等の事由により通常管理（TS 等）による範囲と区分する場合は出来形計測範囲（3次元出来形計測と通常の断面管理）を図面上に区分分けする。

原地盤面の計測時期は、施工計画書作成後、受発注者の協議により計測範囲等を決定後に実施するものとする。

3) 3次元設計データ作成

①3次元設計データ作成（当初）

軟弱地盤上における盛土の施工においては、盛土により形状が変化するため、変化点を細かくすることにより3次元設計データの修正に時間を要し、非効率となる恐れがある。このため、3次元設計データの作成に当たっては、沈下後の修正が容易となるよう、必要以上に変化点を細かくしないよう配慮する必要がある。

②3次元設計データ修正

出来形管理資料を作成するためには、原地盤面の沈下を考慮した3次元設計データの修正（修正3次元設計データ）が必要となるため、最終層施工の直前で沈下板による沈下量を計測し、起工測量時の原地盤面のデータを修正し、最終層に必要な盛土厚を設計値とし3次元設計データを修正する。この場合は、法尻位置が特定できないため、法尻位置については、最終層施工後に3次元計測を行った結果より修正するものとする。なお、3次元設計データ修正にともなう費用は計上する。

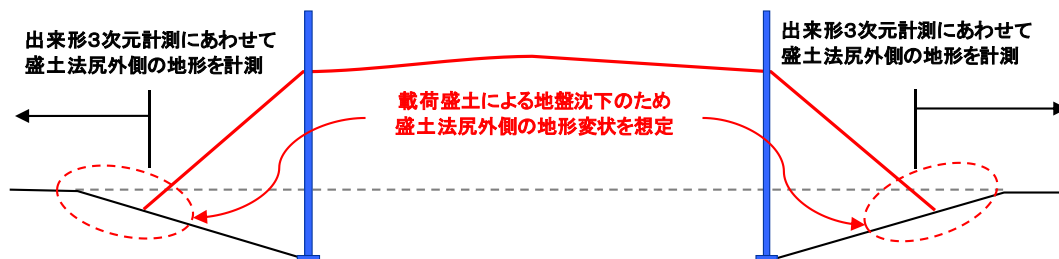


図 5-1 沈下に伴う法尻位置の修正イメージ

4) 出来形計測箇所、時期、沈下量の計測回数

本マニュアルでは、3次元出来形計測を「最終層施工後」の出来形計測時を基本とする。

しかし、施工段階、施工時期等により、出来形計測を複数回に分けて実施する必要がある場合は、事前に受発注者で協議の上、出来形計測回数を決定する。

なお、通常の出来形管理以外による計測等については、監督職員と協議を行い必要な場合は計上できるものとする。

5) 沈下板の設置、沈下量の計測頻度・動態観測

泥炭性軟弱地盤対策工マニュアルを参考に行う。

- ・沈下量の計測頻度：1回/1層、動態観測は施工日毎1回

ここで、ICT建機による現場施工上、沈下板の位置に不都合がある場合や沈下が予想される範囲が事前に把握される場合は、事前に沈下板の設置位置について受発注者で協議し決定するものとする。

なお、沈下量の計測頻度については、盛土層毎に沈下量が異なる事から、沈下量は盛土層毎に計測し、施工管理データに反映する。

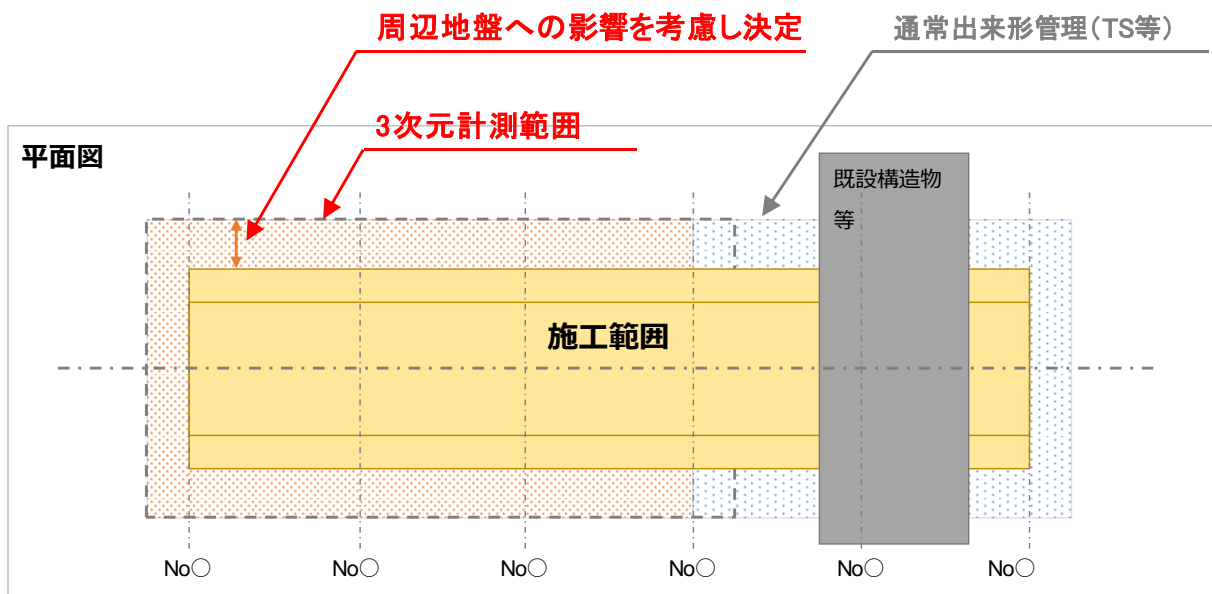


図 5-2 3次元出来形計測範囲

<参考：H30年度に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

①施工基面の取り扱い

- ・地盤改良工法等によって施工基面の沈下量は異なっている。どの時期を施工基面とするか、不明確である。

②沈下板の設置間隔

- ・沈下板は動態観測業務等で設置間隔等が事前に決められている。しかし、ICT施工をする上で沈下が予想される個所や施工上の不具合（障害）となる場合がある。

③沈下による範囲（適用区域）

- ・盛土による周辺地盤の沈下にともない、影響範囲が広範囲にわたる可能性がある。

④出来形計測個所・規格値

- ・盛土層状毎に沈下が進行するため、最終層の計測結果が当初作成した 3 次元設計データと施工基面の比較とならない。

<参考：H30 年度の聞き取り調査結果>

- 軟弱地盤で ICT を活用する場合は、施工計画書の作成段階で、「ICT 事前協議チェックシート」があるとわかりやすい ……………（1 業者）

参考：事前協議が必要な事項（案）

- ・ 3 次元計測の範囲、沈下板の位置（間隔、個所数）、3 次元計測の時期・回数、出来形計測範囲、出来形管理測点、沈下板の計測頻度、動態観測の頻度
→今後の試行等を通じて、必要に応じてチェックシートを作成

5.3 3次元起工測量

受注者は、軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）の起工測量を行うにあたり、管理要領に加え、次のことを実施する。

1) 工事基準点の追加

- ・ 軟弱地盤上での 3 次元計測にあたり、使用機器やその他の要因で測量誤差が懸念される場合は、必要に応じて基準点を追加する。

2) 3次元設計データの修正

- ・ 最終層 1 層前の敷均し締固めの施工後（最終層施工の直前）の沈下量を計測し、3 次元設計データの修正に活用する。

【解説】

1) 工事基準点の追加

基準点が古い場合や沈下の影響によって基準点の位置が変動する、使用機器の精度や計測条件によって、測量誤差が大きくなることが予想される場合は、3次元計測精度確保の観点から不動点となる基準点を追加し、定期的に座標の確認が必要である。

<参考①：H30 年度に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

①基準点・水準点の設置

- ・ 沈下によって基準点の位置等に変動が予測される場合や使用機器によって要求精度を確保するため、通常の基準点以上に基準点を設置しなければならない場合がある。

②3次元起工測量

- ・ 盛土開始時期にも沈下が進行する可能性があることから、施工基面の計測時期、計測範囲を明確化しなければならない。

<参考②：H30 年度の聞き取り調査結果>

- 3次元計測用に基準点を増やした …………… (1業者)
- 施工ヤードが狭く隣接民地に不動点を設置する場合は借地費用増に留意 …………… (1業者)
- みちびきデータを使用するためマルチ対応固定局を使用 …………… (1業者)
- UAV 計測では誤差への対応として基準点の配置間隔を増やした …………… (1業者)

2) 3次元設計データの修正

軟弱地盤においては、盛土により起工測量時に計測した当初地盤線が沈下により形状が変化するため、出来高数量の算出、最終出来形計測を行うために施工基面を修正する必要がある。

本マニュアルでは、最終層まで施工した後、沈下量を計測して3次元設計データを修正し、出来形計測をするまでに時間を要することから、最終層1層前施工後の沈下量を測定し、施工基面データを修正し、最終層で必要盛土厚を加えて修正3次元設計データを作成するものとする。

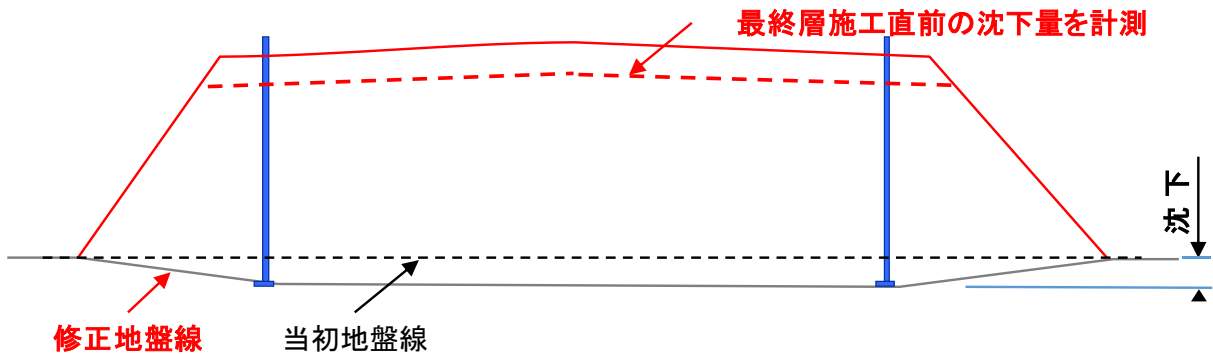


図 5-3 施工基面データの修正

なお、3次元設計データの修正は最終層直前の沈下量によって確定するが、法尻位置については、最終層施工後の沈下に応じて変化するため、最終層施工完了後の計測結果に基づき、修正3次元設計データを修正・確定するものとする。

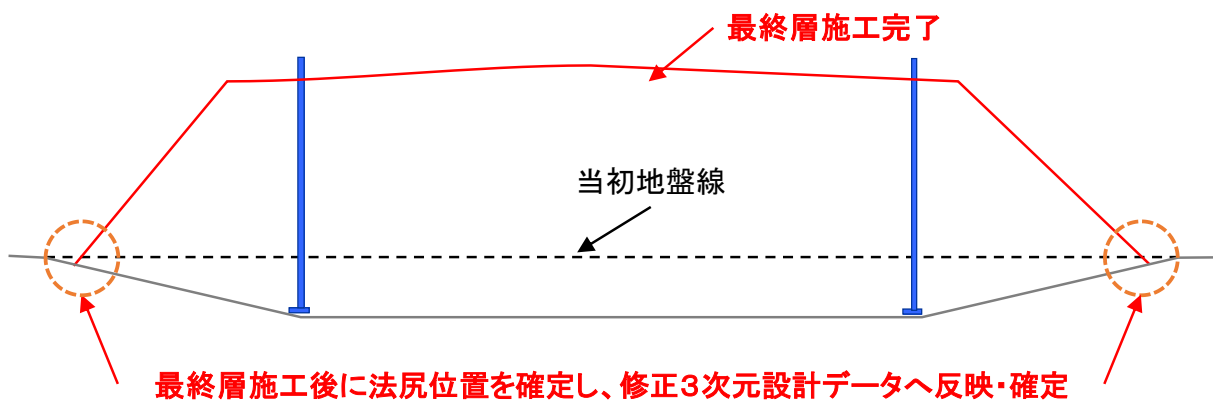


図 5-4 法尻位置の確定後、修正3次元設計データへ反映

5.4 3次元設計データの作成及び修正

受注者は、軟弱地盤上のICT土工（盛土）の3次元設計データの作成を行うにあたり、管理要領に加え、次のことを実施する。

1) 3次元設計データの修正

- ・ 工事施工による沈下板の沈下量を反映した施工基面の修正を行う。
- ・ 起工測量で得られた原地盤面に対して、最終層施工直前の沈下量を加味した原地盤面のデータ修正を行う。
- ・ 施工基面データを修正した後、必要盛土厚を算定し、当初3次元設計データの修正（修正3次元設計データの作成）を行う。

【解説】

1) 3次元設計データの修正

軟弱地盤上における盛土の施工においては、当初作成した3次元設計データから沈下により形状が異なる出来形を計測することとなるため、沈下量に応じた3次元設計データの修正（修正3次元設計データの作成）が必要となる。

修正3次元設計データの作成は、3次元設計データの修正時間、出来形管理資料作成（ヒートマップ）への影響も考慮し、最終層施工直前の沈下量を計測し、必要盛土厚を考慮した上で作成するものとする。

法尻位置については最終層施工後に確定するため、最終層施工後に法尻位置の修正を行うこと。

なお、施工にともなう水切り勾配の設置については、監督職員と協議を行い反映する。

<参考①：H30年度に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

①3次元設計データの修正

- ・ 盛土後にも沈下が進行することから、起工測量後に設計図書（平面図、縦断図、横断図、線形計算書）に基づき作成した3次元設計データを沈下量に応じて出来形計測前までに修正しなければならない。

②修正3次元設計データの確認

- ・ 当初作成した3次元設計データを沈下量に応じて修正し、修正した3次元設計データを確認しなければならない。

<参考②：H30年度の聞き取り調査結果>

- 盛土層状毎に5mメッシュで盛土天端全面をノンプリズム自動追尾TSで沈下量を計測し、3次元設計データの修正へ反映（ただし、沈下板の代替とはならないとの意見）……（1業者）
- 最終盛土層時の沈下量を測定し、修正3次元設計データを作成して出来形管理・（1業者）
- 当初3Dデータは当初盛土量の算定に活用し、最終土量は修正3Dデータに基づき算出……（1業者）
- 最終層施工の1ヶ月前程度から想定沈下量を考慮し修正設計データを適宜作成・現地確認……（1業者）
- 施工前（沈下無し）と完了時（沈下を反映した出来形管理用）の2種類の3次元設計データを作成……（1業者）

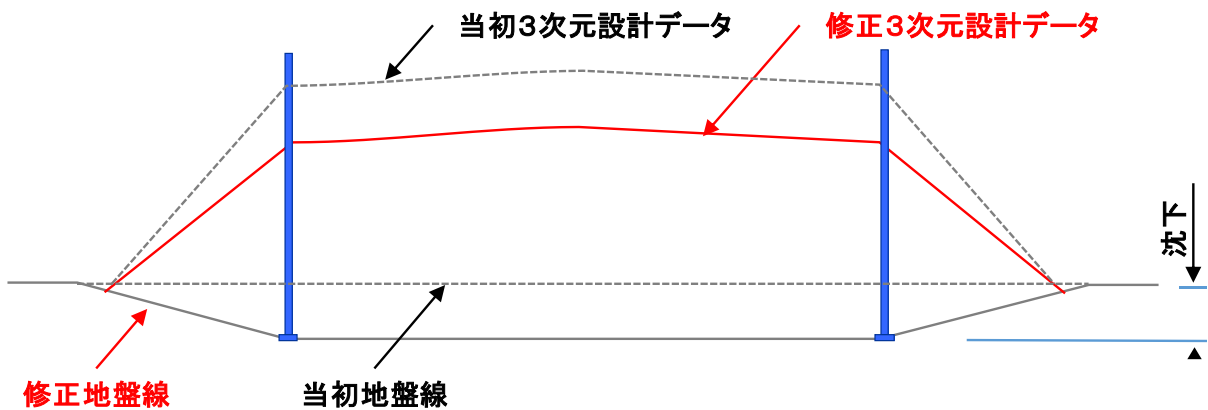


図 5-5 修正3次元設計データの作成

<参考③：H30年度の聞き取り調査結果>

- 締固め等により沈下板が傾斜するため、正確な盛土厚を確認するためには沈下板の設置測点のみ横断面を作成し、沈下板の鉛直距離を計測する必要がある……（1業者）

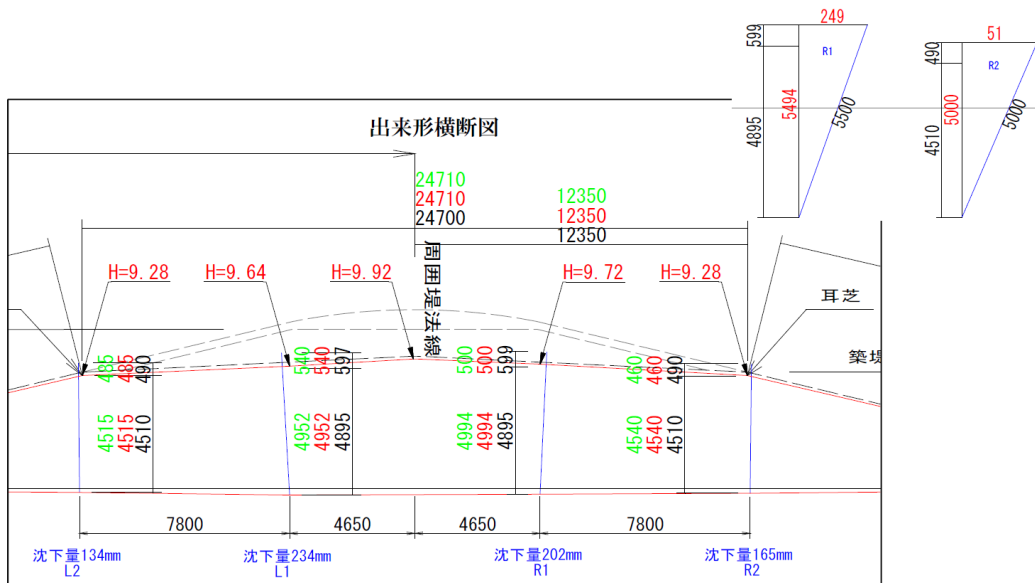


図 5-6 沈下板の設置測点の横断面作成（例）

5.5 ICT建機による施工

受注者は、軟弱地盤上のICT土工（盛土）のICT建機による施工を行うにあたり、次のことを実施する。

1) 盛土層毎に施工管理データを修正

- ・ 軟弱地盤上でのICT建機による施工を行うにあたり、盛土層毎に沈下量を沈下板の計測によって確認し、当初施工管理データから必要に応じて沈下量分をオフセットして施工する、もしくは施工管理データを修正して施工を行う。

【解説】

1) 盛土層毎に施工管理データを修正

軟弱地盤上における盛土の施工では、盛土1層目を当初3次元設計データに基づき施工後、沈下量を加味（設計値に対して沈下量を反映して施工高を決定：オフセット）して施工を行う必要がある。

沈下量は沈下板の沈下量を計測し、オフセット量を決定することとする。

施工中の沈下については許容するものとする。

また、各層の沈下量計測については受注者にて計測してオフセット量を決定し、施工管理を行うものとするが、最終層施工直前の沈下量の計測は工事数量確定の確認のため、計測結果を監督職員へ報告し承諾を得ることを要することを基本とする。

<参考①：H30年度調査に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

①施工層毎に施工管理データを修正

- ・ 盛土層毎にも沈下が進行することから、施工層毎に施工管理データ（重機搭載データ）を修正できるよう、沈下量を盛土層毎に計測し、施工管理データに反映しなければならない。

②沈下量の確認

- ・ 沈下量を測定し、その結果を施工管理データに反映させるが、層毎に沈下量を確認しなければならない。

<参考②：H30年度の聞き取り調査結果>

- 計測データをクラウド上にアップし、本店の支援で修正・現場で活用 ……………（1業者）
- コマツの支援を受け層毎にデータ作成（参考：1層2万円程度） ……………（2業者）
- 日々の計測は沈下板を自動追尾TSで計測し、MC用にデータ変換して建機に送信してオフセット施工 ……………（1業者）
- 1層毎の沈下量測定及び施工オフセット量の確定については施工管理の一環として自社測定を行い、発注者へ報告→承諾。立会を要するのは、工事施工量（概数確定及び設計変更）の算出に関わる沈下量測定（最終1層手前） ……………（1業者）
- （法面整形は管理対象外のため、丁張りによる施工） ……………（1業者）

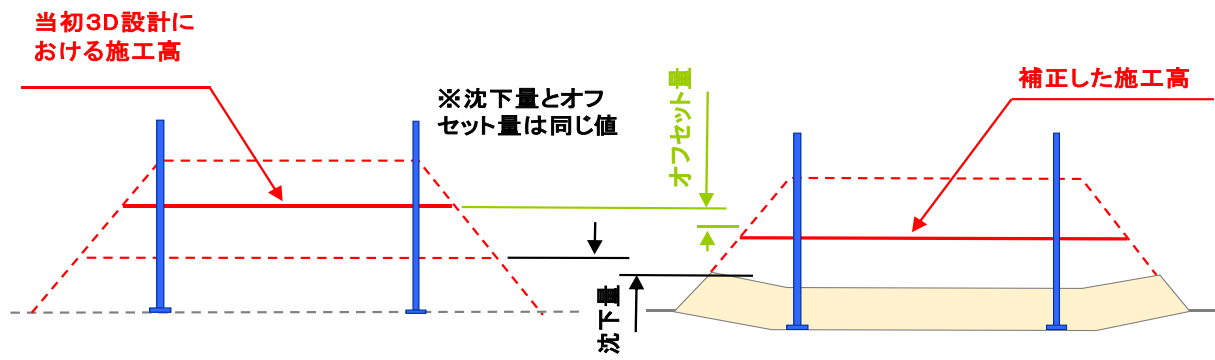


図 5-7 施工管理データのオフセット量の設定

5.6 3次元出来形計測

受注者は、軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）の 3 次元出来形計測を行うにあたり、管理要領に加え、次のことを実施する。

1) 出来形計測の確認

- ・ 最終層の施工後にも沈下が生じる可能性があるため、出来形計測後、速やかに検査職員が検査出来るよう受発注者で調整を行う。

2) 3次元出来形計測回数（施工時期や工区に差がある場合の対応）

- ・ 盛土の施工時期に時間差がある場合は、3次元計測を複数に分けて実施する場合も想定されるため、このような場合は事前に3次元出来形計測時期を受発注者で協議し決定する。

3) 出来形管理基準

- ・ 出来形管理基準及び規格値による（ただし、法面は対象外とする）。

【解説】

1) 出来形計測の確認

軟弱地盤の施工においては、施工基面を沈下量に合わせて修正し、修正3次元設計データを作成後に出来形計測を行うが、出来形計測後にも沈下が生じるために速やかに検査出来るよう調整する。なお、調整が難しい場合は、検査職員と協議のうえ、監督職員等により出来形確認を行う等を検討する。

<参考：H30年度調査に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

●標定点の設置・計測

○機器の精度が向上しており、標定点の設置基準が厳しい。

- ・ TLS：計測外周部に4個所以上

- ・ UAV：撮影区域外縁に100m以内の間隔となるように設置するとともに、内測標定点として天端状に200m間隔程度を目安に設置

→機器精度等の向上により、標定点の設置基準を緩和することも考えられるが、全国的な動向を踏まえて決定する。

<参考②：H30年度の聞き取り調査結果>

- 事前計測結果と検査時の計測結果が異なるため、出来形計測後、速やかに検査が必要である（検査時の現地確認は参考値扱い）……………（1業者）
- 厚さを管理するために余盛りを行った……………（1業者）

2) 3次元出来形計測回数（施工時期や工区に差がある場合の対応）

盛土の施工時期に時間差がある場合、1度の計測で全ての出来形計測が困難である。また、工区が隣接している場合、工区境では沈下の速度が異なる場合も想定される。このため、複数回に分けて3次元計測を行うことになるが、あらかじめ複数回に分けた計測が必要な場合は、事前に3次元計測時期・回数を受発注者で協議し決定する。

<参考：H30年度調査に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

●出来形計測・出来形計測精度

- ・最終層の施工後にも沈下が生じる可能性があり、出来形計測と検査時の計測結果が一致しない可能性が高い
- ・盛土の施工時期に時間差がある場合は、3次元計測も複数回に分けて実施しなければならない場合がある

<参考②：H30年度の聞き取り調査結果>

- 施工範囲をブロック分けしてUAV飛行回数が増えると受注者負担が増加 …… (1業者)
- 法面（段階確認）、天端（竣工検査）の2回に分けた出来形計測を実施 …… (1業者)
- UAV計測可能な業者が少なく、災害対応等の場合は計測時期の調整が困難 …… (1業者)

3) 出来形管理基準

軟弱地盤上の盛土の場合、法面は出来形管理対象外であることから、法面は対象外とし、天端の標高較差を出来形管理対象とする。

なお、規格値は「出来形管理基準及び規格値」を参照のこと。



図 5-8 軟弱地盤上における盛土の出来形管理

5.7 出来形管理資料の作成

受注者は、軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）の出来形管理資料の作成を行うにあたり、管理要領に加え、次のことを実施する。

1) 修正 3 次元設計データを確定

- ・ 最終層施工後、法尻位置を確定後、修正 3 次元設計データの法尻位置を確定・反映する。

2) 修正 3 次元設計データに基づき出来形管理資料を作成

- ・ 法尻位置を確定した修正 3 次元設計データに基づき、出来形計測を行った結果と修正 3 次元設計データを比較し、出来形管理資料を作成する。

【解説】

1) 修正 3 次元設計データを確定

最終層施工直前の沈下量に基づき、必要盛土厚を考慮し修正 3 次元設計データを作成するが、法尻位置は最終層を施工後に沈下により変動することが予想される。このため、最終層施工後に法尻位置を計測し、修正 3 次元設計データへ反映させ、確定させる必要がある。

2) 修正 3 次元設計データに基づき出来形管理資料を作成

法尻位置を確定した修正 3 次元設計データに基づき、3 次元出来形計測を行った結果と修正 3 次元設計データを比較し、出来形管理資料を作成する。

<参考①：H30 年度調査に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

○出来形管理資料の作成

- ・ 軟弱地盤上の盛土は当初盛土基盤面の 3 次元計測データ（起工測量）が盛土により沈下するため、出来形管理資料（ヒートマップ）を作成する際、沈下量を加味した当初盛土基盤面データと修正 3 次元設計データを作成しなければならない。

<参考②：H30 年度の聞き取り調査結果>

- UAV 測量による土量算出は 3 次元データで合致させる予定である ……………（1 業者）
- 3 次元地形データより抽出した横断面に沈下量を反映させ、沈下板により計測した盛土厚を記載した出来形管理資料を別途作成 ……………（2 業者）

5.8 検査

受注者は、軟弱地盤上の ICT 土工（盛土）の検査を受検するにあたり、管理要領に加え、次のことを実施する。

- ・ 最終層の施工後にも沈下が生じる可能性があるため、出来形計測後、速やかに検査が出来るよう調整を行う。

【解説】

軟弱地盤上における盛土の出来形管理では、出来形計測・出来形管理資料作成時と検査時の形状が沈下により異なる事が想定される。

このため、受注者は検査職員と出来形計測・出来形管理資料作成から速やかに検査が出来るよう検査時期を調整する。

なお、検査職員は出来形管理資料で施工完了時の出来形、出来形計測からの沈下量を現地にて確認（GNSS ローバー等で1断面）するものとする。

<参考①：H30年度調査に北海道開発局で実施したアンケート調査から抽出した課題>

○出来形管理資料と検査時の計測結果が異なる

- ・ 軟弱地盤上の検査では、最終層施工後に計測した出来形管理資料（ヒートマップ）と検査時のGNSS ローバー等の計測値が異なる場合がある。

<参考：H30年度の聞き取り調査結果>

- 竣工検査前に段階確認を実施……………（1業者）
- 検査はヒートマップからの沈下量を確認……………（1業者）