

16. ITを活用した盛土締固め施工管理について

(情報化施工の取り組み)

国土交通省北陸技術事務所 機械課長 本間政幸
○機械調査係長 宮部聡志

1. はじめに

公共工事は計画、調査、設計、工事施工、維持管理、更新の流れで実施され、各々の工程で様々な情報の受け渡しが行われている。工事施工においては、口頭指示、目視等の曖昧さ、紙ベース資料作成の手間等が作業効率を低くしているのが見受けられる。

一方、建設 CALS/EC の取組みとして電子入札、設計・図面等書類の電子データ化、ネットワーク化を進めており、業務改善が図られている。

今回、インターネットで施工データを交換できるシステムを使用し、工事施工（道路盛土工）、監督業務の円滑な進行、効率化、品質の高度化等の業務改善に取り組んだ事例について紹介する。

2. 従来型の施工方法と問題点

従来型の施工方法と現状の問題点を以下に示す。

2. 1 敷均し、締固め

(1) 従来型の施工方法

従来の敷均し、締固めは、作業指示を丁張りで行い、重機で締固め可能な厚さに敷均した後、地盤剛性が得られるまで所定回数を締固めし密度計測が行なわれていた。（図一1）



図一1 密度計測（R I計法）

(2) 従来の問題点

- 敷均し厚さ指示の丁張り準備に手間がかかり、5～10m間隔で設置となり、数量も少く熟練オペレータでも凹凸が残る。
- オペレータは、締固め回数を正確に把握する方法が

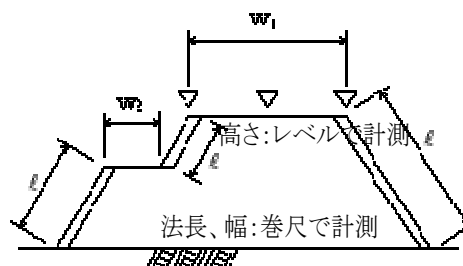
ないため過転圧の原因となっていた。

- 施工後に取得する品質データは膨大で帳票作成や管理に手間がかかる。

2. 2 出来形管理

(1) 従来型の施工方法

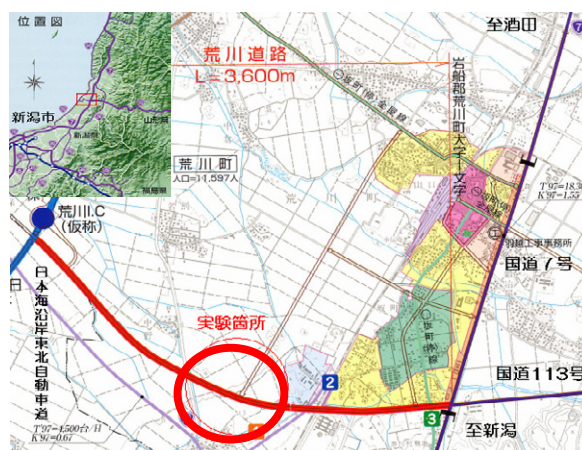
従来の出来形管理は、設計図面で提示されている管理断面の寸法、高さを、人力で巻尺やレベル等により計測する。それを設計値と対比し、帳票を作成し管理・提出されている。



図一2 従来の出来高管理作業

(2) 従来の問題点

- 盛土寸法の計測、設計値との比較を人力で行い、帳票作成にも時間を費しており転記ミスも多い。
- 現地に計測用の杭を多く設置する必要がある。
- 現地計測値と設計値の対比資料が膨大である。



図一3 実証実験箇所

3. 実証実験

平成16年度に北陸地方整備局管内で、ITを活用した工事施工の実証実験を行った成果を報告する。

3. 1 工事概要

工事名：荒川道路その6工事（図—3）

工事場所：新潟県岩船郡荒川町大字中野地先

工事概要：施工延長 860m

盛土量 22000m³

使用機械：振動ローラ10t 1台、ブルドーザ8t 1台

本実験のシステムは、締固め、敷き均し、出来形計測値がインターネットで請負者と監督職員にリアルタイムで確認できるものである。実験区間は、日本海沿岸東北自動車道の荒川IC（仮称）と国道7号を結ぶ道路盛土工で、施工延長860mのうち、約400mの敷均し、締固め及び出来形管理も対象とし、従来の手法とITを活用した管理方法の比較を行った。敷均し、締固め機械に搭載されたRTK-GPSとオペレータに作業指示および作業状況を表示する車載モニタ、作業指示・結果を作成・表示する請負者側コンピュータと、それらを蓄積するサーバ、作業結果を閲覧する発注者側コンピュータで構成されている。また、出来形管理支援システムは、

現地で出来形値を計測するトータルステーション（以下、TSと呼ぶ）と、設計データが入力されたデータコレクタ、3次元設計データの作成と出来形計測データの一覧表示を行うコンピュータで構成されている。

（図—4）

3. 2 実験概要

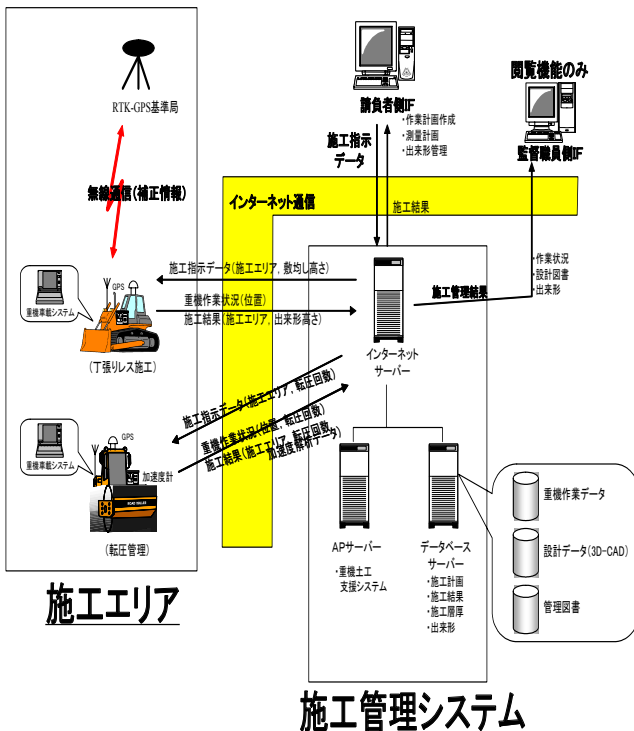
（1）敷均し、締固めシステム概要

重機のオペレータは指示値を車載モニタで自動受信し、指示値との差を確認しながら作業を行い、指示値を越えたら作業終了となる。事前の試験盛土施工を転圧回数6回、8回について実施し、締固め度は92.5%、93.0%となった。基準締固め度は最大乾燥密度の90%以上であり6回転圧で締固め度92.5%が得られたため6回とし、敷均し厚の規格値は200mmとした。



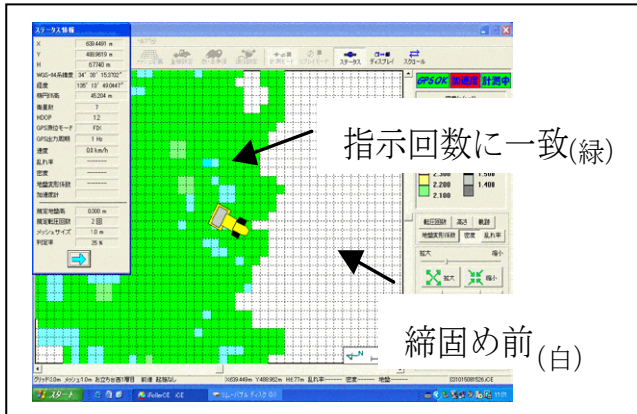
図—5 施工状況及び車載モニタ締固め作業の概要を以下に示す。

- ①現場代理人は、施工指示データを入力し、GPS（全地球測位システム）を利用し走行軌跡より、コンピュータ上で日々の出来高管理と、次の施工指示データを入力する。
- ②オペレータは車載モニタで自動的に現場代理人の作成した施工指示を受信する。モニタ画面は施工範囲を50cm間隔に分割されたものが表示され、それを確認しながら所定の高さになるまで敷均し作業を行う。
- ③作業完了後、オペレータが終了ボタンを押すと、敷均し作業完了がサーバに伝達され、締固め作業の開始が指示される。
- ④締固め作業は回数管理で実施し、車載モニタに施工範囲を50cm間隔で分割されたものが表



図—4 実験システム図

示されオペレータは、画面を確認しながら、全箇所が所定の回数になるよう施工を行う。現場代理人および監督職員はインターネット上でリアルタイムにこの結果を閲覧できる。(図一6)



図一6 車載モニタ画面 (締固め)

- ⑤オペレータが終了ボタンを押すと、サーバに施工終了が登録される。
- ⑥サーバで自動的に各種の帳票を作成し、保管する。

(2) 施工管理基準

従来の砂置換やR I 計法による施工管理基準と情報化施工 (回数管理) による比較を表一1 に示す。

表一1 締固め管理基準

項目	現状の方法	情報化施工 (回数管理)
測定項目	<ul style="list-style-type: none"> ・締固め度 ・数均し厚 (抽出管理) ・出来高 (目視による施工範囲の確認) 	<ul style="list-style-type: none"> ・締固め度 (転圧回数、走行軌跡) ・数均し厚 (全数管理) ・出来高 (施工範囲、形状)
測定方法	<ul style="list-style-type: none"> ・R I 計による密度管理 (締固め度) ・スタッフ等の計測による写真管理 (数均し厚) ・側点杭を目安に施工範囲を把握 (出来高) 	<ul style="list-style-type: none"> ・重機搭載GPSによる取得座標から換算された値
帳票項目	<ul style="list-style-type: none"> ・締固め度 (品質管理帳票) ・数均し厚さ (写真管理帳票) ・進捗報告 (日報・月報) 	<ul style="list-style-type: none"> ・締固め回数分布図 ・数均し高さ分布図 ・3D出来高鳥瞰図

(3) 盛土出来形管理システム概要

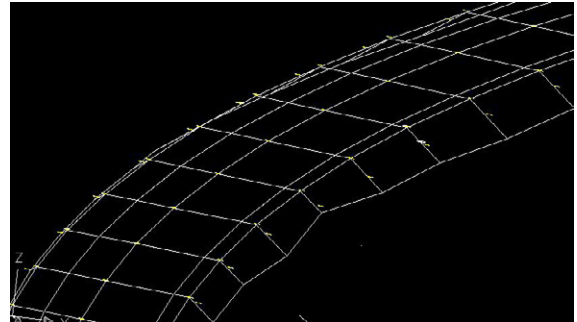
設計値をパソコンで3次元座標データ (図一7) に変換し、TSに転送し、任意断面の実測値より道路中心からの離れ高さ、離れ距離を計算し設計値と比較を行い、帳票作成システムに送信し即座に管理帳票を作成する。

出来形管理の作業手順を以下に示す。(図一8)

- ①2次元の設計図面データ、線形計算書から、3次元

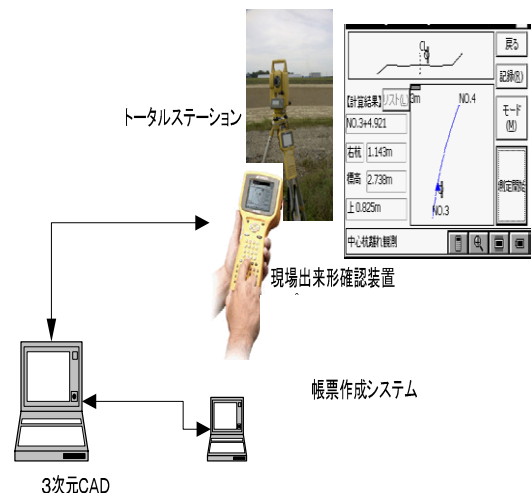
設計データを構築する。

- ②3次元CADから設計データをTSに転送する。従来の準備作業 (基準点から幅杭設置等) が省力化できる。



図一7 設計図面の3次元化

- ③請負者は、現地で必要な断面の変化点座標を計測する。
- ④請負者は、計測と同時に現場計測値と設計値を比較し、必要に応じて修正指示、問題なければデータを登録する。
- ⑤ 請負者は、現場計測値を帳票作成システムに転送し、自動的に出来形管理帳票を作成する。
- ⑥ 監督職員は、現場の断面について計測を行い、その箇所の設計値とのずれが規格値内であることを確認する。



図一8 出来形管理システム

(4) 施工管理基準

従来の2次元的な施工管理基準と情報化施工による比較を表一2 に示す。

表一 2 出来形管理基準

項目	現状の方法	情報化施工（3次元座標利用）
測定項目	・幅員 ・座標高（中心、端部） ・法長	・幅（法肩、法尻） ・基準高（中心・端部） ・法長
測定箇所	・幅員 ・座標高（中心、端部） ・法長	・中心位置 ・法肩位置 ・法尻位置
測定方法	・測量杭をトータルステーションで誘導した後、巻尺寸法・レベル標高管理	・トータルステーションによる中心離れ幅員・標高管理
規格値	・幅員（-100mm以上） ・標高（中心・端部）（± 50mm） ・法長（-100mm以上）	・幅（-100mm以上）従来通り ・基準高（± 50mm）従来通り ・法長 1<5m（-100）従来通り 1≥5m（法長-2%）従来通り
測定基準（測定頻度）	・施工延長40mに1箇所	・施工延長40mにつき1箇所
帳票項目	・測定結果総括表 ・測定結果一覧表 ・出来形管理図表 ・出来形管理図（工程能力図） ・度数表	・測定結果総括表 ・測定結果一覧表 ・出来形管理図表 ・出来形管理図（工程能力図） ・度数表

4. 実証実験の効果

4. 1 敷均し、締め固め

① 品質向上

- ・オペレータの勘や技能に頼っていた施工を定量的に指示することによって、指示の確実な実行が確認でき、品質向上につながる。また、敷均し厚の均一化、過転圧防止にも役立つ。
- ・従来のサンプリングによる点的な管理から、面的な管理が可能となり、品質向上につながる。

② 品質管理・検査の改善

本システムでは、任意の箇所の敷き均し、締め固め状況（図-9）が作業終了後即座に確認でき、帳票作成も可能なため、従来の人力による密度計測、品質帳票作成の作業が省力化され、施工管理だけでなく監督・検査業務の高度化と円滑化を実現できた。

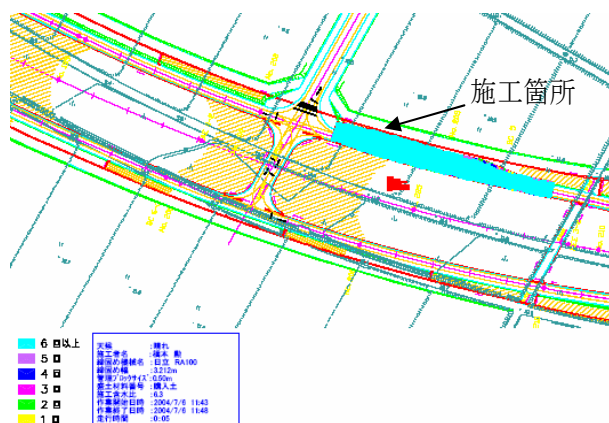


図-9 締め固め確認図

4. 2 出来形管理

TSでの計測後、現地データと設計データの対比が即座にでき、現場代理人、監督職員もパソコンで確認可能となった。従来、管理断面の測量と計測後の帳票作成に多くの時間を費やしていたが、これらの時間を低減できた。

5. 今後の課題

請負者、オペレータ、監督員等を対象に意見交換会を実施し意見、課題をまとめた。

5. 1 敷均し、締め固め作業の課題

- ・請負者が利用しやすいようシステムを改良し操作性の向上を図る。
- ・機器の普及による機器コストの低減を図る。

5. 2 出来形管理の課題

- ・3次元設計データの作成方法（費用分担を含む）と利用方法の確立が必要である。
- ・規格値は、道路中心からの離れ高さ、離れ距離を計測、管理するため出来形管理基準の見直しが必要である。

6. まとめ

敷き均し、締め固めについては、作業指示値を電子的に作成でき、従来の口頭指示、目視や勘に頼っていた曖昧さが無くなり、丁張りに係わる計算、準備作業の削減、手戻りも防止でき高品質化になる。

出来形管理について、従来は管理断面ごとの点的管理にならざるを得ないが、TS、GPSを導入することにより、任意の断面で設計値と比較できるため面的管理が可能となり、出来形断面の測量、帳票作成における省力化、施工データを電子化し即座に活用できるので、施工管理だけでなく監督・検査業務の高度化と円滑化を実現できた。

今回の実験にあたり、ご指導、ご協力いただきました多くの皆様に御礼申し上げます。