

河川堤防土工の施工におけるICT技術について

工 事 名 : 黒部川管内河川管理施設補強その2 工事
 請 負 者 : 株式会社 飯作組
 現場代理人 : 倉堂 克大
 ○監理技術者 : 亀田 健太

1. はじめに

本工事は、入善町 小摺戸及び黒部市 荻生地先の2箇所において、洪水流の衝撃エネルギーの大きい黒部川の堤防を補強する工事である。本文では、これらの施工箇所において『河川土工』を対象としたICT（情報通信）技術を全面活用した施工及び活用結果について報告するものである。



2. 工事概要

- (1) 工 事 名 : 黒部川管内河川管理施設補強その2 工事
- (2) 工事箇所 : 富山県 下新川郡 入善町 小摺戸 及び 黒部市 荻生 地先
- (3) 工 期 : 令和 元年 8月10日 ~ 令和 2年 6月30日 (289日間)
- (4) 主要工種 :

【小摺戸工区】 築堤・護岸 (施工延長 L=340m)

・河川土工

| | | |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| 盛土工 | 路体(築堤)盛土【ICT】 土砂粒径処理・土砂等運搬 | 6,040 m ³ 1.0 式 |
| 法面整形工 | 法面整形(切土部・盛土部)【ICT】 | 3,340 m ² |

・法覆護岸工

| | | |
|--------|------------------------|----------------------|
| 石積(張)工 | 練石張(練-16)、空石張(空-11~16) | 3,834 m ² |
|--------|------------------------|----------------------|

・舗装工

| | | |
|-----------|-----------|----------------------|
| アスファルト舗装工 | 下層路盤工・表層工 | 2,570 m ² |
|-----------|-----------|----------------------|

【荻生地工区】 築堤・護岸 (施工延長 L=180m)

・河川土工

| | | |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| 盛土工 | 路体(築堤)盛土【ICT】 土砂粒径処理・土砂等運搬 | 7,700 m ³ 1.0 式 |
| 法面整形工 | 法面整形(切土部・盛土部)【ICT】 | 1,020 m ² |

・法覆護岸工

| | | |
|--------|---------------------|----------------------|
| 石積(張)工 | 練石張(練-16)、空石張(空-13) | 1,167 m ² |
|--------|---------------------|----------------------|

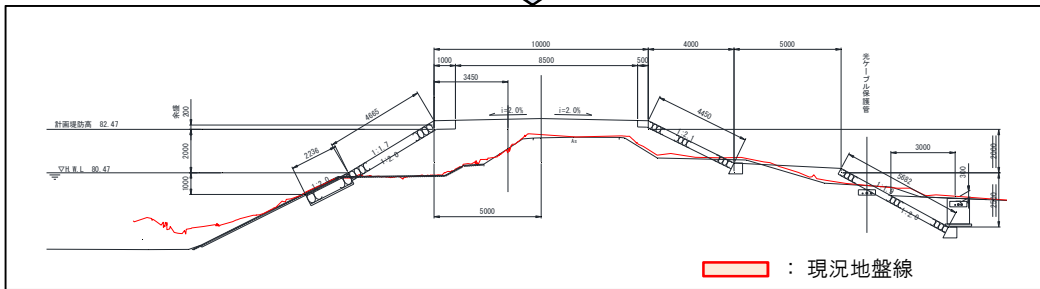
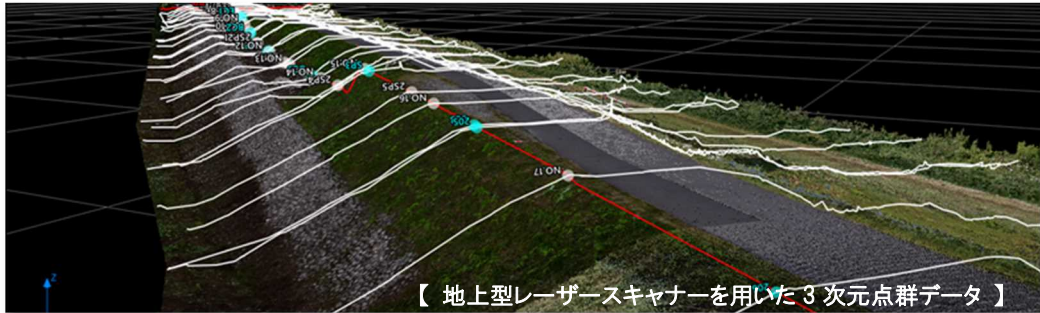
・舗装工

| | | |
|-----------|-----------|----------------------|
| アスファルト舗装工 | 下層路盤工・表層工 | 1,740 m ² |
|-----------|-----------|----------------------|

4. ICT 技術を活用した河川土工

(1) 3次元起工測量

起工測量を実施するにあたり、UAV 測量とレーザースキャナー測量があり、いずれも従来の測量に比べ、測定やデータ収集にかかる時間と費用を大幅に削減できるメリットがある。本作業現場は、草木で覆われている箇所が多いので、地表面まで測量できる地上型レーザースキャナーを使用しデータを取得した。

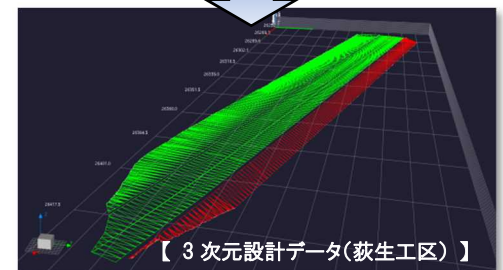
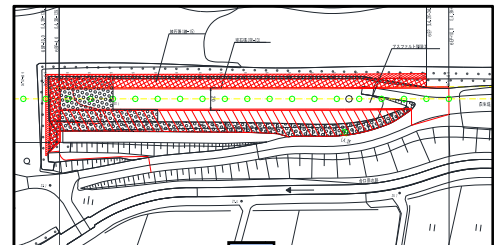


(2) 3次元設計データ作成

起工測量の結果と、設計図書データを基に3次元設計データを作成した。データの作成にあたり、起伏が大きく断面変化点が多い「小摺戸工区」においては、測点(20m 間隔)毎に作成されている設計図書データのみでは正確なデータの作成が困難である。

よって、追加で多くの断面データの作成や縦横断面から変化点を算出するなどして不明確な箇所を修正する必要がある。

3次元設計データ作成ソフトのビューア機能で断面変化点での違和感や入力ミス等を繰り返し確認しながら作成した。3次元設計データが完成したころには、設計図書データの照査がほぼ完了している状態となっていた。



(3) ICT 建設機械施工

1) 準備工

① GNSS 基地局の設置

ICT 建設機械を構成する機器にGNSSを含むため、施工の着手前までにGNSS 基準局を設置する。同システムにより提供される作業装置位置の3次元座標には、GNSS 基準局の設置した位置の3次元座標の誤差が含まれるため、監督職員から指示された4級基準点と同等の位置に設置した。



【GNSS 基地局】

② ICT 建設機械システム精度の確認

ICT バックホウ及びブルドーザから提供される作業装置の位置と TS 計測による取得情報との作業装置及びブレード位置の較差を算出し、バケット等のあらゆる動作における較差が、標高で ±50mm 以内であれば、所要の性能を確保していると判断し施工した。



2) 土砂敷均し・締固め施工

盛土の締固め管理システムによる品質管理は、従来の砂置換法や RI 計法による盛土の現場密度を直接測定するもの（点管理）ではなく、事前に試験施工を行い、適切なまき出し厚と締固め回数を決定し、層厚管理と回数管理が確実に履行されたことを管理する方法（面管理）で行った。

TS/GNSS 転圧管理システムを採用するメリットとして下記の点がある。

1. 点での管理から面的な管理

- ・層厚と転圧回数が確実に履行されることにより、転圧のムラを解消し品質向上となる。

2. 締固め状況の早期把握

- ・重機運転手が車載モニターで転圧回数色分け分布図を確認することにより、締固め状況を早期に把握して、締固めのモレ、過不足転圧の防止、工程短縮に繋がる。

3. 転圧結果を帳票として出力

- ・施工記録のデータ化により、品質管理業務の簡素化・効率化が図れる。

4. 重機の稼働時間短縮

- ・転圧作業の効率化により、燃料費のコストダウンや環境負荷の低減となる。



試験盛土を行った結果、転圧回数 4 回で所定の締固め度を確認することができたが、確実な品質管理を行う目的として、転圧回数 6~8 回時に沈下量が完全に収束傾向であったので、6 回以上の転圧回数はほとんど得られないものと判断し、同転圧回数を適用した。

適用回数

| 転圧回数 (回) | 沈下量 | | 締固め度 【平均値】 (%) |
|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| | 盛土厚 (mm) | 沈下量 (mm) | |
| 0 | 295 | — | — |
| 2 | 283 | 12 | — |
| 4 | 281 | 14 | 92.2 |
| 6 | 280 | 15 | 94.4 |
| 8 | 280 | 15 | 94.7 |
| 10 | | | |

【 試験盛土試験結果 】

管理基準値
(90.0%以上)

【 TS/GNSS 転圧管理システム概要 】



従来は、重機運転手の感覚で行っていた盛土・転圧作業が、重機に搭載された転圧管理システムを活用することにより、転圧の過不足もなく一定の厚さで施工できるとともに、品質管理データを自動で収集することから人力作業を省け、作業効率が向上した。

3) 法面整形施工

重機に搭載された3次元設計データを確認しながら施工を行う。人力作業を省け、作業員を重機との接触の危険から解放することができ、安全性も向上した。



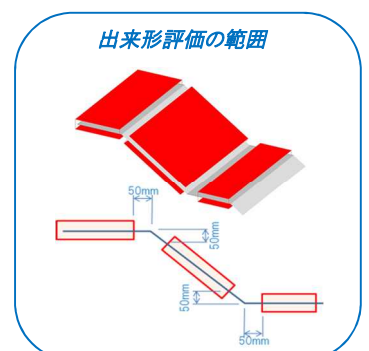
4) 日常点検（ICT建設機械の作業装置・位置精度の確認）

ICT建設機械の性能として重要である『作業装置の位置精度確認』は、施工実施により作業装置の摩耗による寸法の変化などにより精度が低下する可能性がある。施工精度の確保は、ICT建設機械の信頼性を確保することが重要であるので、『作業装置の位置精度確認』は作業日1日ごと始業前に1回行った。

(5) 出来形測定評価

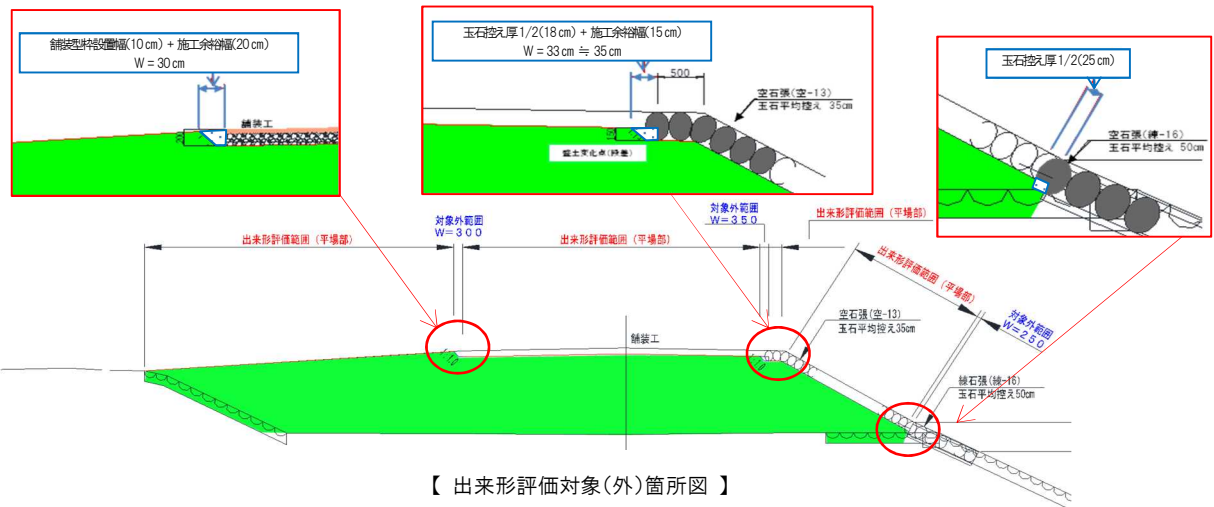
出来形測定箇所の対象範囲について

「TLS（地上型レーザースキャナー）を用いた出来形管理要領（案）土工編」によると出来形計測範囲は、法肩・法尻の変化点から水平方向にそれぞれ±50mm以内に存在する計測点は評価から除外してよいとされている。舗装工・石張工など、盛土工完了後に施工する工種がある本工事において、評価対象範囲を次項のとおり検討した。

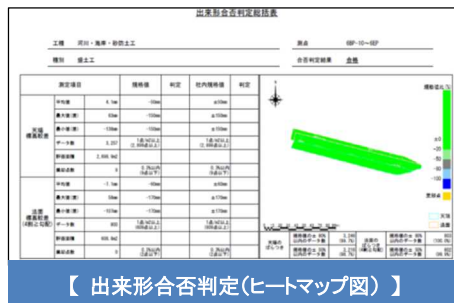


【参考文献: TLSを用いた出来形管理要領(案)】

出来形管理要領（案）による評価対象外範囲に加えて、盛土工完了後の石積工及び舗装工の施工に支障となる箇所については、監督職員と協議して出来形評価対象外とした。



出来形評価対象及び対象外範囲を協議し、明確に管理したことで、ばらつきも少なく精度のよい合否判定結果となった。



5. 結果・まとめ

当社として ICT の全面的活用（3次元起工測量～データの納品）は初めての経験であった。講習会等で学んでいたものの従来からの工法、所謂『丁張り世代』にとっては難しく近寄りたくないイメージであったが、実際に経験してみると、設計データ作成は確かに労力がかかる作業であるが、それ以外はメリットしかなかった。丁張は不要であるし、土砂の転圧品質等も可視化として証明できる。

本工事で、桜井高校生を対象とした現場見学会を実施した。おそらく若い世代は重機技能を講習すればすぐに実践は可能であると思う。熟練した作業従事者が急激に少なくなっている現状を鑑みると ICT の全面的活用の必要性を十分に感じた。



6. おわりに

ICT の全面的活用を実践したと述べてはいるが、初めての経験であることもあり、起工測量～3次元設計データの作成等は外注業者に依頼している点が多く、達成感という意味ではまだ満足できるレベルではない。今後、急な変更等にも対応できるように自社にて全て実践できるように、現在全社をあげて取り組んでいるところである。自社で全面活用が可能となれば、小規模土工や舗装・海岸工事に至るまで活用し、ICT 技術が日常となれば必然と生産性が向上しているのではないかと考える。

