

複雑な掘削形状における ICT 活用工事の実施報告

西武建設株式会社 正会員 ○白井賢一, 神保楓実, 須長真介, 金野直樹, 白石元幸

1. はじめに

本工事は、河道拡幅工事に合わせ住民の憩いの場となるよう修景を考慮した親水護岸工を構築する工事であり、非常に曲線が多く、スロープ等が含まれる複雑な掘削形状であった。本論は、この複雑な掘削形状に対し、ICT 活用工事を施工した際の課題・工夫を論じ、今後の ICT 活用工事の一助とするものである。

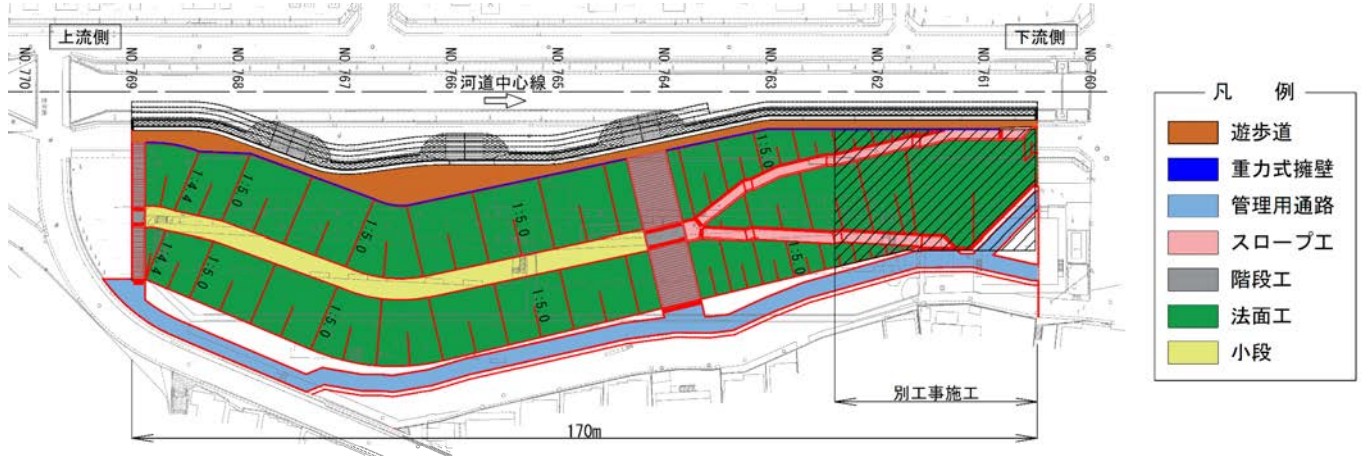


図-1 計画平面図

2. 河道計画形状

護岸工延長は170mであり、護岸工背面には遊歩道を有し、法面法尻には重力式擁壁が設置される。また、スロープは一部別途工事となった。平面形状は、不規則な曲線形状となっている。(図-1)法面工は、河川中心線から右岸側約50mの範囲を掘削して整形する。掘削後、大型連節ブロックを設置し、30cmの覆土後、張芝を実施する。断面構成は、重力式擁壁と直角方向に1:5.0勾配を有した1段目法面工~4.0m小段~管理用道路まで1:5.0の法面勾配を有した2段目法面工で構成される。高さ条件は、河道中心測点毎の計画河床高・管理用道路高は決まっており、小段高及び連節ブロック設置最上端高はH.W.L(計画河床高+5.2m)であった。(図-2)

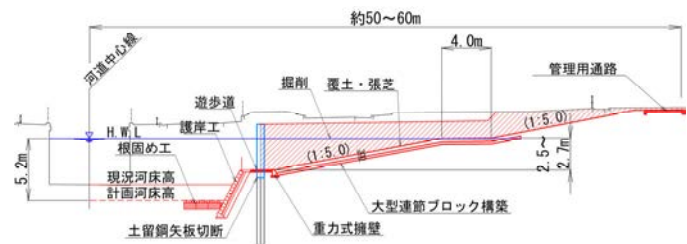


図-2 計画断面図

3. ICT 活用工事実施項目範囲

本論では、ICT 活用工事実施項目の内、特に注力した3次元設計データ(以下、3Dデータ)作成・ICT建機による3次元施工・3次元出来形管理等の施工管理について課題・工夫を論ずる。

4. 3次元設計データの作成時における工夫

本工事では既存のCIMデータがないため、新たに3次元設計データ(以下3Dデータ)を作成する必要がある。一般的な土工事等に使用される3Dデータは、中心線直角方向に決められた幅・法面勾配で構成され、断面を繋ぎ合わせれば3Dデータの作成が可能であるが、本工事は中心線直線方向毎で断面幅・勾配が異なり、非常に複雑な形状であった。よって、平面位置及び高さ情報が明確である構造物モデルを先に作成し、その構造物に併せて法面TINサーフェスを作成するという方法を採用した。

(1) 複雑な形状モデル作成の工夫

スロープ部分において、重力式擁壁とスロープ平場部分を繋ぐTINサーフェスを構築すると、TINサーフェスは三角形でしか作成できないため、サーフェス面中心に折れ線が発生する。この折れ線はソフトの性質上、自動作成されてしまい、任意の高さで凹んだ面を形成する。施工時・出来形計測時への影響を考え、図-3に示すように、ス

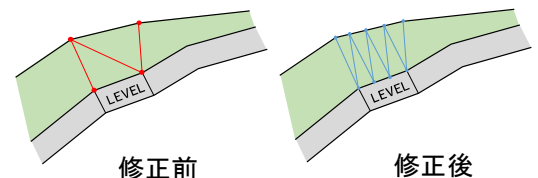


図-3 細緻形状モデル作成

キーワード ICT活用工事, 3次元出来形計測, レーザースキャナ, MGバックホウ

連絡先 〒359-8550 埼玉県所沢市くすのき台1-11-1 Tel:04-2926-3811 E-mail:k-shirai@seibu-const.co.jp

ロープ及び重力式擁壁ラインを細かく分割し、分割した三角形を組み合わせてモデルを作成した。また、この分割した三角形の面積がほぼ同じになるように作成すると折れ線の影響が少ないモデルが作成可能である。

(2) 掘削モデル・覆土モデルの作成

3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)^{※1}（以下、3D出来形要領）では最終形状（覆土完了時）のモデルにて出来形計測を実施するが、本施工では、覆土前に連節ブロックを設置するための掘削が必要となる。ICTの活用範囲を広げるため、掘削モデルも追加で作成し、連節ブロック設置前の床付をICT施工で実施できるようにした。

5. 施工管理時の工夫

(1) 3次元計測出来形計測の運用方法

本施工は、工事用車両出入口が1か所しかなく、全面掘削後に覆土をするという施工順序ができなかった。よって、上流側から20～40m毎に掘削・大型連節ブロック設置・覆土を繰り返し実施した。

その際、その都度、計測を他者に依頼すると、施工待ちとなることから、当社所有の3Dレーザースキャナーの使用方法を習得し、現場職員が現場進捗に併せて計測できるようにした。計測データは、現場から送付後、本社にて解析・報告するという運用をした。

(2) 3次元出来形計測箇所の選定

構造物との擦り合わせ箇所・現地合わせ箇所や支障物がある箇所等の事前に3Dモデルとの不整合が発生する箇所を洗い出し、発注者と事前に協議を行い、出来形計測範囲から除外した。

(3) 現場作業時の出来形確認

マシンガイダンスを用いて施工を実施したため、丁張レスで施工をしたが3Dデータ自体の不具合の可能性がゼロではないため、測点毎・曲線形状毎にトランシットにて座標確認をし、形状確認を実施した。計測は曲線形状部にて特に回数を増やして実施した。

6. 3次元出来形計測結果

上記の工夫を行い、3次元出来形ヒートマップを作成した。（図-4・5）掘削に比べ覆土の標高較差が全体的に低い結果であったが、複雑な地形においても基準値を満足出来た。また、掘削・覆土ともに規格値±80%以内が100%とばらつきも少なかった。（表-1）課題としては、覆土の管理値はマイナス値しかないため、法面整形や盛土の自沈を考慮し事前に余盛をするなどの出来形不足を防ぐ対策が必要である。

7. まとめ

上記工夫より複雑な掘削形状においても、面的出来形管理にて精度の高い施工を実施ができた。

また、生産性向上については、丁張確認作業のためのオペレータの降車回数や丁張レスとなることから現場測量が大幅に削減できた。

その反面、構造物が複雑になるほど、モデル作成に時間を有し、内業における作業日数が増加し、最終的な総作業日数は104%の向上にとどまった。（表-2）

オペレータの技術継承や生産性向上の観点から、今後はICT活用工事が主流となると考えられる。この経験を役立て、新技術を活用しながら様々な工事に展開・活用していきたい。

【参考文献】※1 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案) 令和3年

表-1 出来形ヒートマップ結果

工種	項目	単位	規格値	計測値	ばらつき	
					規格値±80%	規格値±50%
掘削	平均値	mm	±70	-4		
	最大値(差)	mm	160	116	100%	99%
	最小値(差)	mm	-160	-112		
覆土	平均値	mm	-60	-30		
	最大値(差)	mm	-	88	100%	91%
	最小値(差)	mm	-170	-142		

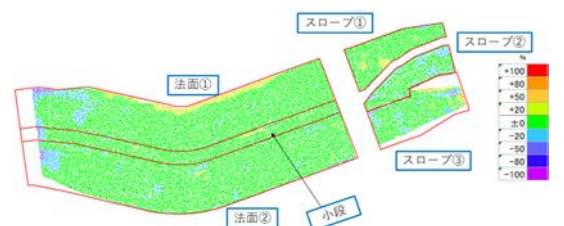


図-4 出来形ヒートマップ(掘削)

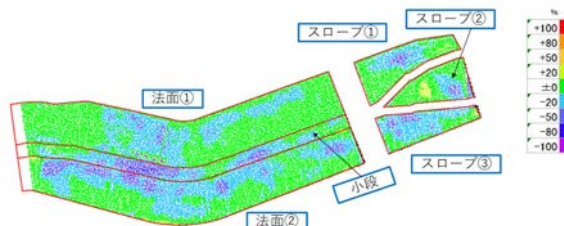


図-5 出来形ヒートマップ(覆土)

表-2 生産性比較表

項目	単位	従来		ICT活用工事		適用		
		1回当たりの作業時間(分)	作業時間(分)	1回当たりの作業時間(分)	作業時間(分)			
降車	分	1800	3	5400	400	1.5	600	100日間×6h内回数
掘削丁張	分	42	30	1260				
覆土丁張	分	42	30	1260				
確認用測量(トランシット)	分				60	10	600	
出来形(トランシット)	分	8	15	120				
出来形(3Dスキャナー)	分				20	15	300	
合計	分			8040			1500	
日換算(作業時間/360分)	日			22.3			4.2	536%
帳票作成等	日			5				
モデル作成	日						14	
点群処理～解析	日						4	
ヒートマップ作成	日						4	
総日数	日			27.3			26.2	104%