

# i-Constructionによる施工効率化について

土井貴昭<sup>1</sup>・橋本直宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 国営明石海峡公園事務所 工務課 (〒650-0024 神戸市中央区海岸通29番地 神戸地方合同庁舎7階)

<sup>2</sup>入谷緑化土木株式会社 (〒656-0122 南あわじ市広田広田510-1) .

i-Constructionを利用することによる造園業における施工の効率化等の実現を検討するために、2016年度と2017年度の国営明石海峡公園維持工事での作業により比較調査を行った。建設業におけるi-Constructionの活用は、多岐にわたり推進されているが、造園業においてはその事例がまだ少ないため、今回の調査によりその可能性について検討していくものとする。

キーワード i-Construction、UAV、クサカルゴン、ザウルスロボ

## 1. 国営明石海峡公園の概要

国営明石海峡公園は『自然と人との共生、人と人との交流』を基本理念とした国営公園で、神戸地区と淡路地区に分かれている。神戸地区は、神戸市北区山田町藍那に位置し、『あいな里山公園』として2016年度から公園の一部を開園し、誰もが気軽に里地里山の文化や暮らしを体験できる公園である。里地里山に因んだイベントや四季の風景を味わえる公園となっている。淡路地区は、兵庫県淡路市夢舞台に位置し、2001年度に開園して以来、『国際的リゾート感溢れる海辺の園遊空間の創造』を基本理念とし、「花」「海」「島」を活かした公園となっている。植物園や大型遊具や芝生広場などがあり子どもから大人までが楽しめ、また祭りやコンサートイベントなどが開催されるなど多くの人々に親しまれる公園である。



(淡路地区)



(神戸地区)

## 2. 比較調査

今回、i-Constructionによる比較調査を行ったのは、以下の項目である。

- (1) UAVによる施工管理
- (2) バックホウ用アタッチメント (クサカルゴン) による除草作業の効率化
- (3) バックホウ用アタッチメント (ザウルスロボ) による伐採・開墾作業の効率化

### (1) UAVによる施工管理

今回、UAVの利用として考えたのが、除草作業における管理の効率化である。調査対象としたのは淡路地区での作業で、除草工淡路口エリア：11,805.11m<sup>2</sup>及び海岸エリア：21,169.93m<sup>2</sup> (合計：32,975.04m<sup>2</sup>) と施工範囲の広いところである。淡路口エリアは開園区域、海岸エリアは開園区域外であり、UAVの使用はどちらも来場者がいない開園前及び閉園後とした。

通常では、施工完了時に監督員と現場確認を行う形となっているが、監督員にとっては現地への移動に経費と時間がかかるものである。淡路地区での除草作業は範囲

が広いため、2016年度では8回の現場確認を行っていた。しかしUAVを使用することにより上空から施工範囲全体を撮影することができ、監督員は現場に出ることなく施工の完了の確認をすることができた。これにより約8回分の移動にかかる経費と時間を削減できたと考えられる。また施工業者としても施工完了後すぐの状況の写真を監督員へ提供するという形となり、現地確認の予定を合わすことを気にせず、施工業者のペースで施工ができるというメリットがあることがわかった。しかし、除草における刈高の検測等出来形の確認については上空からは不明瞭であるため、地上より検測の写真を撮影することが必要となってくるということがわかった。



↑地上より撮影（一枚ではわかりづらい）



↑UAVによる撮影（全体が見える）

## (2) バックホウ用アタッチメント（クサカルゴン）による除草作業の効率化

次に行う比較調査は、除草作業における機械化施工についてである。造園業において除草作業は年中行う作業であり、基本的に人力で行う作業のため、その労力は大きいものである。特に夏場での作業は疲れがたまりやすく、熱中症の恐れもあることから、その作業は命への危険性もあり、労力の少ない機械化は望まれるものであると考えられる。そこで今回、バックホウに取り付けることにより除草ができる‘クサカルゴン’を使用して、その作業日数及びそれに伴いかかる作業経費、また作業員にとっての労力の差などを2016年度行った人力による除草作業との比較によりその効果について調査を行うこ

ととした。この調査は神戸地区畑の棚田跡エリア（4,565.18m<sup>2</sup>）での除草工で行うこととした。施工条件は、目視による確認ではあるが、昨年度と今年度では草の生え方には大きな違いがない、ほぼ同時期に行った。またこの作業については刈った草の集草は行わない作業であった。



↑クサカルゴン使用状況

またこの作業ではGPS機能により作業の軌跡を記録できる端末用アプリをバックホウのオペレーターが持つことによりバックホウがどのように移動しながら作業したのかをデータとして残す試みを同時に行った。このように資料化することにより、今後より効率的な施工方法を検討するための材料とすることを目的とした。

まず、2016年度に行った実績についてまとめる。作業日数は7/25から7/26の2日間（7/26は半日で作業が終わった）で人力作業（肩掛け）人員は7.5名であった。夏の暑い時期であり7/25は曇り、最高気温28度、最低気温25度、7/26は雨のち曇り、最高気温27度、最低気温24度であった。作業員は蒸し暑い中での作業で、時には雨具を着ての作業となった。作業員の声はやはり『暑い』や『疲れる』などの声が多く聞かれる結果となった。

次に2017年度における実績をまとめる。作業はバックホウ0.1m3級を使用し、アタッチメントに草刈作業ができるクサカルゴンを使用して行った。作業日数は8/3、8/4、8/8の3日間（8/5,6は土、日曜日で作業無し、8/7は雨のため作業中止）でオペレータ3名であった。この年もとても暑い日での作業となり、作業の3日間は晴れ時々曇り平均気温は34度、最低気温は27度という真夏日となった。しかし、そのような暑い中での作業においても作業を行った作業員の人はそれほど疲れた様子は見られず、『自分のペースで作業ができた』という意見が得られた。この結果から夏の暑い時期であるとともに、作業員の声から多人数での作業の場合、周りに作業のペースを合わせる意識が働くことによって早く仕事をしないといけないという意識から余計に疲れを感じるようになってしまうところがあるのかもしれない。また出来上がりの結果はクサカルゴンを使用したほうがきれいに仕上げる事ができたと思われる。その理由は、この作業は集草がないため、人力での作業では、草丈の高い草が



そのまま倒されていくだけであるが、クサカルゴンでは、動力の回転により草が粉々に粉碎されチップ化されるためである。施工にかけた経費については、ほぼ同じくらいで終わることができた。これらのことから作業するにおいて人力よりも機械で作業するほうが効率的かつ安全に行えると考えられた。問題点として、バックホウが進むことが困難な地盤のゆるいところ、急な勾配のところや狭いところなどでは施工ができないということがわかった。また既設物や樹木の周りは施工が困難なため、その部分は人力での作業で行わなければならない。

GPS機能による軌跡の記録について今回タブレットを使用して行った。土木工事等で使用されるGPSによる装置は地上に専用の機械を設置することにより、より正確な位置情報を得ることができるが、それを使用することは相当な金額が発生してしまう。そのため、今回は無料でかつ簡易に使用できる携帯用アプリを使用して行った。採用したアプリは『登山・ハイキング用GPS地図アプリ ヤマコレMAP』である。

(↓結果資料：一部)



登山・ハイキング用GPS地図アプリ  
ヤマコレMAP 画面

採取方法はアプリを起動させ、端末をバックホウのオペレーターが持った状態で作業を行った。実際に得たデータは、折れ線の連続により一目では理解するのが難しいものとなってしまった。その理由として、バックホウの動きがそれほど速い動きではないのが大きいのではないかと考えられる。アプリはある一定頻度で端末の大きな位置情報を記していくため、ある程度速い動きであり、大きな移動をする作業に適しているのではないかと今回の試みから考えられる。

またここでは、UAVの写真を使用しての施工範囲の測量ができるかを試みた。これを可能とすれば今まで人が入っていないところを施工前にその施工面積がわかり、工事経費との比較などが可能になると考えられる。今回行った方法は施工範囲の外周に目印となるもの（今回はカラーコーンを使用）を折れ点となるところ置き、上空から撮影をする。その一区間で実際に測量をし、データ

上でその区間に測量数値を打ち、その数値を基準に他の区間の距離を割だし、それらを結んだ三斜で測量を行う。



↑ UAV使用状況



↑ 1区間を測量



↑ 1区間を基準として測量

この方法で行った結果3,876.37m<sup>2</sup>という数値を得られた。事前に得ていた面積は4,565.18m<sup>2</sup>であり、この差は688.81m<sup>2</sup>であった。この差はUAVによる上空からの撮影での一つ問題が原因と思われる。それは法面部を平面と捕らえるため、上空からではその法面部は見えなくなってしまうということである。また今回のように施工範囲が樹木等に覆われている場合、樹木の葉によって不可視部が生じ、UAVでは確認できない部分ができる。このような場所の測量方法については新たに検討していかなければならない。現地の状況から、このような法面部や不可視部を考慮すると大方の数値は合ってくるのではないかと考えられるため、UAVを活用しての簡易な測量方法も可能であると考えられる。

(3) バックホウ用アタッチメント（ザウルス）による開墾作業の効率化

最後に行う比較調査は、伐採作業における機械化施工についてである。新たな場所を開墾していくには伐採は不可欠であるが、その作業における伐採及び伐採木の運搬は人力作業では過酷で、また危険が伴うものである。そのような場面で機械化を導入できれば、より安全に、また楽に作業を進められると考えられる。作業に求められる動作として、対象となる木に対して掴む、切る、運ぶが一度に行えることであり、それに適した動作を持つ‘フェラーバンチャザウルスロボ’（以下ザウルスロボという）という伐採作業用アタッチメントを今回の調査のために採用した。→

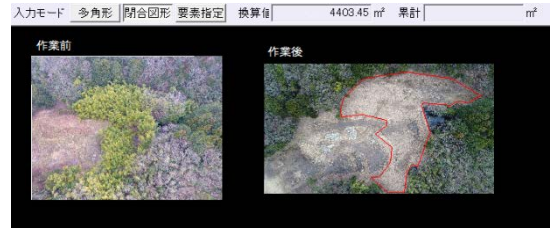
調査エリアは、クサカルゴンで除草をした先にある竹林で行った。つまり今回の調査では竹の伐採で検証した。作業期間は1/16から2/6までの内の16日間であった。



(↓作業状況)



左下の写真ではザウルスロボと2人の作業員による作業量の差を図により記した。この図以降の伐採作業は、ほぼすべてザウルスロボが行った。面積を算出した結果4,403.45m<sup>2</sup>だった。



実際の作業によりわかったことは、バックホウの運転手にとってザウルスロボの操作に慣れるまで時間がかかるが、慣れると少し足元の悪いところや急な法面箇所でもアームの届くところまでの伐採が可能となり、人力作業では危険が伴う箇所でも安全に作業することができるということである。また伐採と搬出する動作が同時に可能であるため、一日の作業終わりに現場がある程度きれいに片付けられるということが分かった。一方、人力作業では、伐採を行うのみならばザウルスロボよりも速いが、重たい竹を引っ張り出すなどの運搬作業になると人力ではかなりの労力になることが、ザウルスロボと比較することにより改めて気づかされた。

3. まとめ

以上の比較調査をした結果、造園業におけるi-Constructionの可能性はあると感じられた。作業を行ううえでの機械化施工を取り入れたほうが、より容易かつ安全に施工できることとともに、かかった経費からもそれほど大差がないことから、可能な箇所は作業員にとって労力のかからない機械化施工で行っていくことは意味のあることと考えられる。一部、上にも記したように機械の入れない箇所は人力で行わなければならないことも考えておかなければならないため、これらのことを考慮し施工するにあたり、工事経費とかかる経費が合うかをある程度予想して行うことが必要になってくると思われる。

謝辞：i-Constructionの活用実現に向けての現場での試行を実施してもらい、また本論文の作成に関して多々協力いただき国営明石海峡公園事務所高見建設監督官様、入谷緑化土木株式会社三澤次郎様・橋本直宏様ありがとうございました。