

# 表彰作品の概要

## 《優秀研究賞》

### 舗装修繕に特化した3D測量による包括 ～3次元計測の混合技法の活用～ の実践

(株) エムアールサポート 取締役/ICT 事業統括責任者 森 誉光  
 (株) エムアールサポート 代表取締役 草木 茂雄  
 明石工業高等専門学校都市システム工学科 鍋島 康之

図-2 「第9回 ICT 導入協議会 配布資料-2」

#### 1. はじめに

土工全体の生産性向上を狙って国土交通省が ICT を推進する取組みである i-Construction は、現在、技術的な壁にぶつかっている。図-1 の資料には、土工における ICT 施工の技術的な問題点が挙げられているが、これは令和 2 年度より開始が予定されている ICT 舗装修繕工 (図-2) にもあてはまる。本研究は、この ICT 舗装修繕工に関する問題点を予見し、実務に沿った 3 次元計測技術とその解析方法を確立するものである。

国土交通省	
○ ICTの各利用場面における労務増加の要因をアンケート調査より分析 →機器・ソフトウェアの使い方についてノウハウの向上・共有が重要	
全 体	○一律にICTを導入するのみでは無く、効果的な部分に適切に活用出来るようにしてほしい。
起 工 測 量	○点群計測のため、(除草等により)地盤面を露出させる必要があった。 ○計測機器の適性により、測量実施が天候によって困難となる。(※1) 例) UAV写真測量は強風時に飛行が困難 レーザーキャナーは降雨後の水面反射により計測困難 ○降雪地域では全面除雪が必要。(※2)
3 D 設 計 (施 工 用)	○3Dデータの作成には、工事契約時に提供された2D設計データのみでは不足するため、変化点すべての横断面の設計データを作成することとなった。 ○従来は施工者の載置範囲であった摩付部分なども3D設計の対象としたことによりデータ作成に時間を要した。
施 工	○GNSSの受信状況により、作業時間や作業範囲が限定され待ち時間が発生。 ○ICT建機の配送待ちが発生。
出来形管理 出来形検査	○土質や施工手法毎の数量算出が必要のため、従来手法による計測が必要。 ○※1※2(再掲)
電 子 納 品	○3D測量では撮影写真データや点群データなど、出来形管理の根拠データのボリュームが大きすぎてデータ書き込み時間に時間を要する。

#### 2. 実務に沿った手法をめざす

本研究が目標とする実務に沿った手法とは、〈ムダを省いた手法〉である。図-1 には、ICT 施工に対する全体的な意見として「効果的な部分に適切に活用できるようにしてほしい。」と挙げられているが、これは現在の i-Construction ではムダな工程が多いという事を指摘している。つまり、機材が闇雲に増え、計測時間増加や、実務に直接関係しない ICT の習熟時間増加によって生産性低下をもたらしているのが、今の i-Construction である。

#### 3. 測量美術によるデータの多用途活用

ICT 導入によって生産性低下を招いてしまうのは、1つの技術導入によってもたらされる生産性向上効果が少ないことが大きな要因である。本研究はこの点に着目し、1つの計測結果で、複数の計測工程を省略できる手法を考案した。それが点群の見える化、〈測量美術〉である。この手法ならば1回の3次元計測で、縦横断解析、人孔や街渠へのすり付けを考慮した3次元設計、人孔の細別判定、人孔の調整高、区画線形状とその数量、幅員、延長、面積、切削体積、色彩に富んだ現況平面図、わだち掘れ等の変状分布判定 (図-3) とその合計面積、施工ジョイントや路面の汚れのほかマーキング劣化を除外したひび割れ判定、IRI による乗り心地判定が行える。施工に関しては切削指示の端末用の TIN データが作成でき、詳細な点群からは、モデル詳細度 350 を基準に、モデル詳細度 500 の CIM モデルも作成できる。これらは検査や維持管理にも使える CIM 統合モデルになる。

従来まではこのような情報は全て、それぞれに対応する測定器で 1 項目～数項目ずつ現地計測に

国土交通省				
○主要工種から順次、ICTの活用のための基準類を拡充。				
平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度 (予定)
ICT土工				
	ICT舗装工 (平成29年度: アスファルト舗装、平成30年度: コンクリート舗装)			
	ICT浚渫工 (港湾)			
		ICT浚渫工 (河川)		
		ICT地盤改良工 (法層・中層混合処理)		
		ICT法面工 (吹付工)		
		ICT付帯構造物設置工		
		ICT地盤改良工 (吹戻)		
		ICT法面工 (吹付法面工)		
		ICT舗装工 (修繕工)		
		ICT基礎工・ブロック据付工 (港岸)		
		民間等の要望も踏まえ 要する工種拡大		

よって取得する事が常であり、当然その作業には日数がかかり、作業員と計測器が必要になり、それを保護するガードマンや設備も必要となる。無論、警察協議は煩雑になり、悪天候による日程延期も考慮せねばならない。しかしそういった実務における非効率を、測量美術によって省略すれば、日数や、作業員、計測器械、ガードマンの節約になる為、1回あたりの3次元計測の価値が上がる。

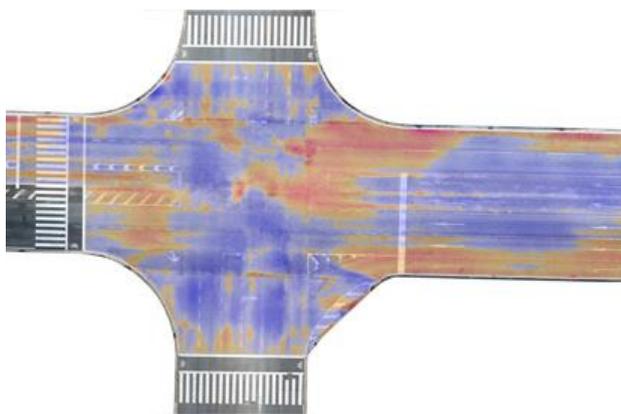


図-3 わだち掘れ分布図を重ねた現況平面図

#### 4. 混合技法の必要性とその方法

舗装修繕工の対象は、写真-1のように車両が常に走行する供用中の道路である。このような場所を地上型レーザースキャナ（TLS）で高密度計測を行うと、図-4aで示すように、色彩では区画線や停止点が判別できないデータになってしまう。



写真-1 横大路交差点（京都府京都市伏見区）

色彩情報は、点群から情報を取り出す手がかりになるため、データを多用途活用するには必須の情報である。そこで本研究では、1mm幅のひび割れが判別できる解像度である2mm/pixelで作成したオルソ画像を用いて、点群の色彩情報を補正した（図-4b）。このように、複数の3次元計測方法の長所を組み合わせる手法を本研究では混合技法と呼ぶ。この〈混合技法による見える化と情報活用〉が測量美術であり、そのビ

ジュアルコミュニケーション性の向上効果により、計測工程を代替するだけに止まらず、係わる人員や情報機器の連携力まで向上した。さらに、全ての情報は、同一の情報ソースから引き出されるため各情報に整合性が取れており、わだち、ひび割れ、平坦性といった路面性状情報を誤差なく重ねられるので路面の包括的な評価が行える。

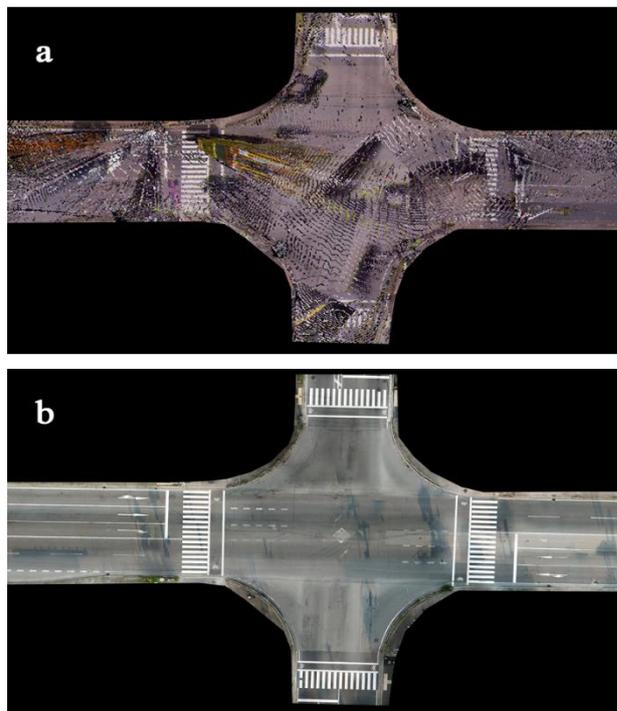


図-4 点群比較（a. TLSのみ、b. 混合技法）

#### 5. おわりに

包括的な評価は本手法の一部にすぎない。この包括的な評価では、わだち掘れ、ひび割れ、平坦性、現況平面図を統合した面管理情報から、劣化が激しくなる傾向の箇所を特定し、5cm切削オーバーレイの施工範囲を10cm切削に変更するといった、要所を絞った設計変更が行えた。しかしそれだけでは路面性状判定を行っただけである。その他に鮮明な点群によるすり付けを考慮した3次元設計と、TINを用いた施工の効率化も果たし、CIMを作成し、協議資料および検査資料を全て1つの計測結果から取り出す事でようやくICTは生産性向上を果たせる。このような単一ソースの多用途活用の取組みは、他のICT施工にも応用できる考え方であり、それはi-Constructionの本来の目標であるICTによる土工全体の生産性向上にもつながる。

参考文献・出典 国土交通省「第9回ICT導入協議会 配布資料」2019年7月11日

## 《優秀業績賞》

### 大阪の橋を題材としたシニア土木技術者による技術伝承、市民広報の取り組み ～シビル・ベテランズ&ボランティアズ (CVV) の活動～

#### シビル・ベテランズ&ボランティアズに所属する関西道路研究会会員

#### 1. CVV とは

一線を引いた土木技術者がボランティアとして土木事業に貢献するにも、現役時に組織として活動しており、また土木事業は多岐の技術・分野の総合で成り立つことから、個人での参画では限界がある。そこで CVV (Civil Veterans & Volunteers) として組織化し、多様な土木技術者・他分野の技術者が知恵を出し合って社会貢献することを目指し、約 20 年前から関西在住のシニア土木技術者が中心となり活動している。その後、創設期メンバーの高齢化が進んだことから新たなメンバーを招集するとともに、2016 年度から 2 年間、土木学会関西支部共同研究 Gr.としての支援を受け、将来を見据えた組織の在り方を検討してきた。また、土木の産官学いずれの分野でも現役世代への技術伝承・支援が課題になっていることからその具体的方策を検討している。さらに、人手不足を背景に土木広報をさえる若手技術者への支援が必要との認識のもと、その具体策を模索している。

#### 2. 「浪速の名橋50選」の改訂

大阪は古から「水の都」、「なにわ八百八橋」と称されるように「橋のまち」である。現在でも、大正から昭和初期にかけて市電事業、第一次都市計画事業で建設された橋が中之島・大川周辺に多く残るとともに、淀川や湾岸部には様々な形式の長大橋を見ることが出来る。「浪速の名橋 50 選」は、その大阪の橋を紹介すべく松村 博 氏 (元大阪市) が選定し、20 年以上前に土木学会関西支部ホームページ (以下 HP) にリンクされた。その後リンクが外されたが、広く支部選定の 50 選と認識され、最近も問い合わせがある。そこで、支部 HP への再掲載に向け更新作業を行った。な

お、主な改訂方針は、①50 橋は変更しない、②解説は従前文を基本に橋の現状に対応し変更する、③写真は現状のものに差替える、④専門用語に解説を加える、こととした。改訂・再掲載にあたって、文献調査と並行して、橋の現況を把握することとし、CVV メンバーが全橋を訪れて現地調査を行った。現地に赴くことにより、単に構造物としての橋だけでなく、周辺の環境、地域の歴史・文化と橋との関わりなどを肌で多く感じることができた。

#### 3. 「浪速の名橋 50 選」を活用した技術伝承・市民広報の取り組み

その後、「浪速の名橋 50 選」を活用した以下のような取り組みを進めており、これらの活動を継続・発展させるとともに市民向け見学会を開催すべく準備を進めている。なお、改訂作業の成果は学会関西支部のホームページに掲載されている。また、改訂に向けた調査や活動内容は CVV の HP に詳述している<sup>1)</sup>。

#### ①学生や若手技術者への技術伝承の試行

土木を学ぶ学生を対象に「土木の面白さ」を知らせる活動の一環として、一昨年度から大阪市立大学、関西大学橋梁研究室の学生とともに淀川沿いを歩いて橋巡りを実施している。なお、現地見学に先立って CVV メンバーによる橋の講義 (大阪の橋の歴史、見学する橋梁の歴史・特徴の解説) も行っている。今年度は、関西近郊の大学・高専から広く募集して実施する予定である。



写真-1 淀川の橋巡り

また、国土交通省近畿地方整備局の協力を得て、CVVメンバーと同局若手職員との船による大阪市内中心部の橋巡りと意見交換会を開催した。

### ②土木学会関西支部「ぶら・土木」への協力

学会関西支部の若手技術者交流の場である「ぶら・土木」とCVVとのコラボで「なにわ八百八橋めぐり」として「～浪華三大橋から桜宮橋まで～」、「～中之島に架かる橋を巡る～」と題したイベントを2回実施した。昨年度は中之島図書館にて大阪市の都市計画の歴史や各橋の概要、それぞれの橋にまつわるエピソードなどを学んだ後、CVVのボランティアガイドの案内で橋巡りし、橋建設時の苦労話を交え参加者に解説した。

### ③Osaka Metro「ぶらりウォーク」への協力

Osaka Metroでは市交通局の頃から年数回「大阪・まち・再発見 ぶらりウォーク」を開催しているが、コースに橋梁、河川水門など土木施設が含まれていることから、同社の了解を得て、今年度初めて土木施設の紹介に取組んだ。昨年12月15日に開催された第4回では工事中の淀川大橋の南詰において、橋および工事の概要、陸閘（防潮水門）の役割などのパネルを展示し、CVVメンバー数名が説明役として対応した。多くの参加者が足を止め説明に耳を傾けていたのでもって次年度以降も継続したいと考えている。



写真-2 ぶらりウォーク

### 4. 「大阪の橋」追補名橋の選定

「浪速の名橋 50 選」選定から相当年数が経過し、新たな橋が建設されていることから、大阪府下の新たな名橋を選び、HP 上で公表することとした。選定方針は、名橋 50 選で適用した項目を

踏襲することを基本とし、土木学会田中賞や関西支部技術賞を受賞した橋を優先した。各橋梁の概要記事執筆に先立ち文献調査を行い、現地調査を行うこととした。紹介記事は、一般人向けの内容として専門用語は極力避けた分かり易い表現を心掛け、橋の歴史や成り立ちなどの架橋までの経緯に多くの解説を加えることに留意した。2017年度・18年度に各 11 橋を選定した。また、「浪速の名橋 50 選」と同様に、これらの情報を基に市民広報や技術伝承の取り組みを進める予定である。

### 5. 今後に向けて

現地での具体的な活動や学会誌等への投稿<sup>2), 3)</sup>を通じて CVV の認知度が向上しつつある。

前述のように、少子・高齢化が進展するわが国ではシニア層の活動支援が社会ニーズとなっている。また、一般市民の土木への理解が十分進んだとは言えない中で適切に土木広報していく必要があり、豊富な経験を持つシニア層の活用が望まれる。さらに、維持管理の重要性が高まる中で既存構造物の設計・施工内容を熟知したシニア層の知恵・知識を伝承していかなければならない。「このような社会の要請にいかに応えるかが我々に問われている」との認識のもと、市民広報・技術伝承活動に取り組んでいく所存である。

#### 【参考文献】

- 1) CVV のホームページ <http://cvv.jp/>
- 2) 黒山泰弘：CVV（Civil Veterans & Volunteers）の活動～シニア土木技術者による関西での取り組み～、土木学会誌、Vol.103, No.6, pp.50～51, 2018.6.
- 3) 黒山・古田・野坂・武：「大阪の橋」を活用した技術伝承・市民広報の取り組み～CVV の活動～、土木学会第 74 回年次学術講演会概要集、2019. 9(投稿中)