

### 3. 建設局の生産性向上に向けた取り組み

#### Attempt of Productivity Improvement with The Bureau of Construction

技術支援課 材料施工担当 課長代理 石田教雄

#### 1.はじめに

我が国におけるインフラの整備・維持管理を支える建設産業は、技能労働者約 340 万人のうち、今後 10 年間で約 110 万人が高齢化等による離職の可能性があります、また、若年者の入職が少なく、29 歳以下の技能労働者の割合は全体の約 1 割に留まっているなど、マンパワー不足に陥っている。

生産年齢人口が減少することが予想されている中、建設分野において、生産性向上は避けられない課題である。

そのような状況のなか、国土交通省は平成 27 年 11 月 24 日に建設現場の生産性向上を目的として、「i-Construction」を導入すると発表した。

「i-Construction」は、「施工時期の平準化」、「ICT 技術の全面的な活用（土工）」と「規格の標準化（コンクリート工事）」の 3 つの柱を軸に、労働者数が減っても生産性が向上すれば、経済成長を確保することが可能とするものである。

建設局では、「i-Construction」を局事業に適用させるにあたり、都内特有の施工条件や規模等を十分に配慮しつつ導入するために「建設現場の生産性向上に関する検討 P T」を立ち上げた。

その内容について報告する。

#### 2.検討対象とする施策

国土交通省が推進する「i-Construction」の 3 つの施策のうち、二つの施策、「**ICT 技術の全面的な活用（土工）」**と「**規格の標準化（コンクリート工事）」**の取組内容について局事業への適用性を検証するとと

もに、局事業に即した生産性向上に資する技術導入に向け検討を行った。なお、「施工時期の平準化」に関しては、財務局を中心に全局的に取り組んでいるところであるが本編では割愛する。

#### 3.ICT 技術の全面的な活用（土工）

##### 3-1 業界団体の意見

情報化施工（ICT 土工）に関する発注者と受注者の認識に乖離がないか、P T が以下の業界団体にアンケート調査を行った。

（一社）日本建設業連合会関東支部

（一社）建設コンサルタント協会

（一社）東京都建設業協会

（一社）日本建設機械工業会

（一社）日本建設機械施工協会

（一社）日本建設機械レンタル協会

（一社）日本写真測量協会

（一社）日本測量機器工業会

（一社）日本道路建設業協会

一般財団法人日本建設情報総合センター

##### ① 導入による効果

ICT 技術導入により、施工や施工管理における工期短縮、労働力縮減、品質確保、安全確保の効果を挙げている意見が多く、特に丁張の設置とオペレータの丁張確認、および出来形確認のための測量作業の減少による施工効率の向上を挙げる意見が多い。また、現場での測量作業が減少することで、重機と測量作業者との交錯が減り安全性が向上するといった意見も多い。

MachineControl の導入では、オペレータの技量に関係なく高品質な施工が可能となったとする意見が多い。

## ② 導入する際の課題

導入にあたっては、機材等の導入コスト、技術を有する人材の確保、UAV（Unmanned Aerial Vehicle、ドローン）を使用する際の航空法をはじめとする法規制などが制約となる意見が多い。

小規模工事は、コストメリットが得られないことから、適用工事の選別にあたっては、施工規模、施工箇所等の考慮を訴える意見がある。

衛星や通信等の電波が建物等により遮蔽され必要な精度が確保できないとする意見もある。

## 3-2 都市部特有の施工環境

### ① ICT 重機の特徴

ICT 重機は GNSS 衛星からの電波を受信、自機の X, Y, Z 座標を取得、設計面との関係を計算して施工するものである。

理論上は 4 個以上の衛星で座標取得は可能であるが、受信個数が少ないと位置精度が落ちてしまい GNSS による ICT 土工を中止せざるを得なくなってしまう。また、衛星の配置は仰角  $< 15^\circ$  ～天頂であることが望ましい。

ICT 重機を活用した工事を計画する場合は、設計段階において GNSS の受信環境を確認する必要があり、その簡便な方法の一例として、内閣府のホームページに記載されている GNSS-View などを確認できる。ただし、緯度経度が分までしか入力できないので最終的にはメーカーに確認すべきと考える。

国交省の ICT 活用工事【土工】の実施方針では、施工規模に着眼して発注者指定型や受注者希望型を振り分けているが、東京都のような市街地では図-1 に示すように、高層ビルや高架橋などにより、受信を遮断されたりマルチパス（反射波）による誤差の混入等、国交省が提示する施工規模や施工環境が違うことなど、大都市特有の環境が存在する。

そのため、施工環境（受信状態）も ICT 活用工事（土工）実施方針を決める際の検討対象とした。

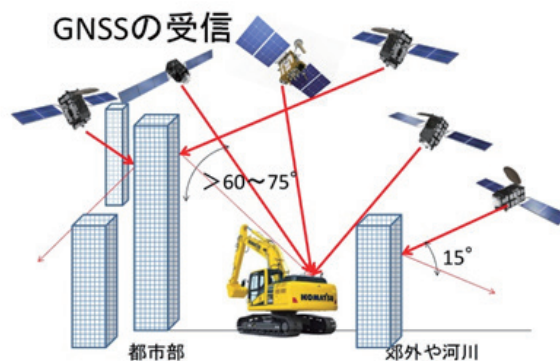


図-1 都心部の受信イメージ

### ② ICT 土工施工事例

ICT 土工の適用性を確認するために試験施工の現場を確認した。以下にその概要について示す。

江東治水事務所

工事名：旧江戸川（江戸川二丁目地区）築堤工事

工事概要：施工延長 L=650.0m

盛土（築堤）17130m<sup>3</sup> 掘削 370m<sup>3</sup> 土砂運搬 12360m<sup>3</sup>



写真-1 Machine Control バックフォー



写真-2

### ←オペレータが確認する画面

丁張確認ではなく、モニターで確認し作業を進める。

設計面に沿って刃先が動くので、熟練工でなくても施工が可能。

紹介した現場のGNSS受信環境は良いと見受けられたが、マンション近傍での作業や時間帯によっては受信状況は変化することであった。

ICT重機メーカーへのヒアリングによると施工管理値は、バックフォーの刃先で3cmとしており、その制度が確保できない場合は、マシンガイダンスやマシンコントロールでの作業は行わないとしていた。

### 3-3 建設局の現状（土工規模）

図-2に建設局における平成25年度から平成27年度の土工量と件数のグラフを示す。（浚渫などは除く）

グラフが示す通り土工量1000m<sup>3</sup>以下が殆どであることが分かる。そのため、情報化施工（ICT土工）の対象とする閾値に関して検討を行った。

アンケート結果を見ると、小規模現場ではICT土工のメリットが享受できないという意見があり、試行を含め採用された土工規模は平均的な値として土工量約10万m<sup>3</sup>、施工面積で約3万m<sup>2</sup>の大規模土工で実施されている。

小型建設重機が作業するような現場は狭隘な場所が多く、GNSSの受信環境が良好ではないことが多く、メーカーも小型機よりも大型機（1.4m<sup>3</sup>）開発に重点を置いているようである。

したがって、建設局が扱う現場の規模や市場で入手出来るICT建機の規模を考慮して小規模工事へのICT土工の適用は十分な検討を行った。

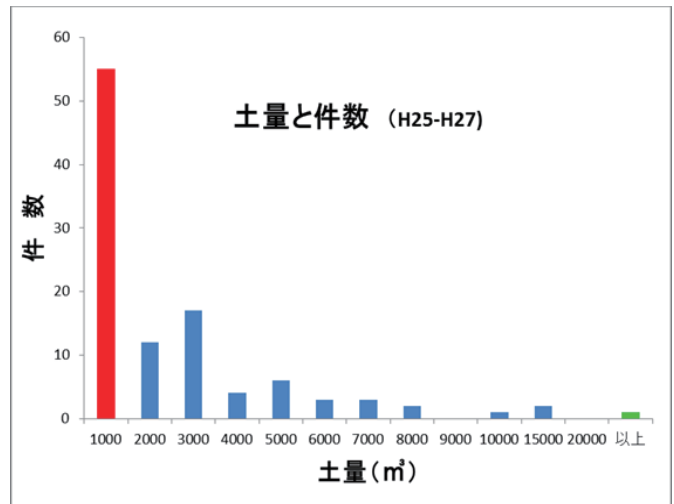


図-2 局内の土工量と件数（浚渫などは除く）

### 3-4 検討結果

ICT活用工事（土工）の実施方針を図-3に示す。

平成30年度からICT舗装工の新規導入に伴い、分かりやすく改定した。

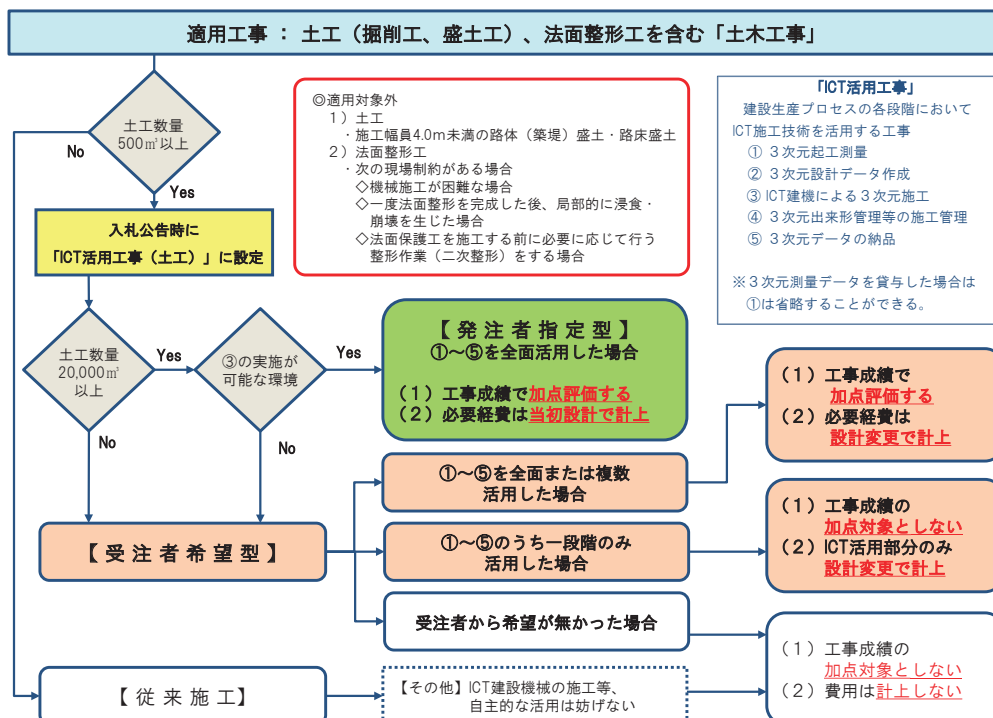


図-3 ICT土工の実施方針

## 4. ICT 活用工事（舗装工）の新規導入

国交省の実施要領を参考に、ICT 活用工事（土工）同様、局の工事発注規模等を踏まえ、新たに実施要領を策定した。（図-4 参照）

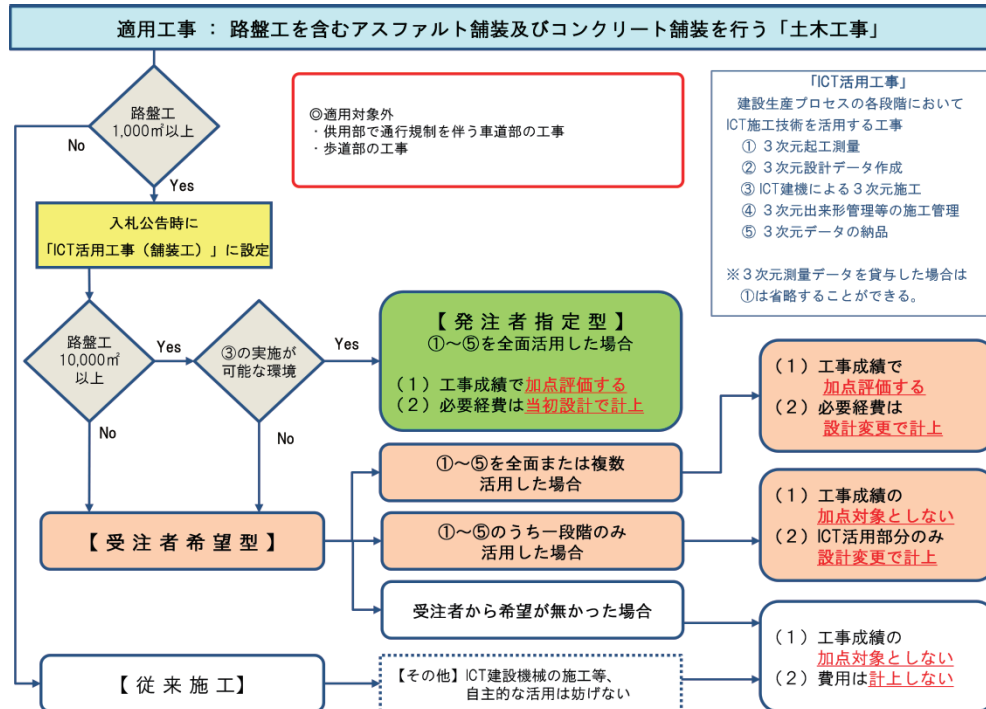


図-4 ICT 舗装工の実施方針

## 5.規格の標準化（PCa 製品の導入）について

比較を行い、安価となる現場打ちを採用する傾向にある。

### 5-1 業界団体の意見

#### ① 導入効果

導入は、工程短縮を目的とするものが最も多く、その他には、安全確保、品質確保等が挙げられる。導入により、従来工法と比較して 50%程度の工程短縮効果、人員削減効果があるとする意見が比較的多くあった。

#### ② 導入課題

一方で費用に関しては、従来工法と比較して 150%～200%程度のコストアップとなるとの意見が比較的多くあった。

プレキャスト導入による効果は大きい反面、導入は設計変更ではなく施工承諾となることが多い。

河川工事における笠コンの場合、当初設計では現場打ちで計画された案件でも殆どの場合施工段階でプレキャスト製品を採用されていることが多い。

（写真-3 参照）



写真-3 PCパネル

### 5-2 建設局の現状と課題

#### ① 現状

設計段階では、現場打ちとプレキャスト製品の経済

## ② 課題

狭小地、空頭制限のある現場では、プレキャスト製品を分割施工することになり、工期短縮のメリットが減少する傾向がある。

製作段階においては、製造会社が限られており価格競争が生じず、製品価格が高額となるとともに、プレキャスト製品は現場での作業時間は短縮できるが、製品製作に期間を要することがある。

### 5-3 検討内容

中川における笠コンクリート工において「現場打ち」と「PCパネル」の比較を行った。

その結果、生産性に関してはm当りの作業人数が2/3になり、初期コストに関しては、「Pca」の方が「現場打ち」に比べて若干大きくなるが、過去の実績化から補修工事費を考慮した場合には「Pca」の方が優位となる。

そのため、原則として当初設計からプレキャスト笠コンクリートを採用することとした。

## 6.機械式鉄筋定着工法・機械式鉄筋継手工法

### 6-1 ガイドライン

平成28年と平成29年に機械式鉄筋定着・継手工法に関する二つのガイドラインが国土交通省から発表された。

機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン (H28.7)

[機械式鉄筋定着工法技術検討委員会]

現場打ちコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン (H29.3)

[機械式鉄筋継手工法技術検討委員会]

以下にガイドラインの目的と位置づけを紹介する。

#### ① ガイドラインの目的

機械式鉄筋定着・継手工法が適切に使用され、建設工事における生産性向上に資することを目的として、技術的な留意事項を取りまとめたガイドラインを作成することとした。

本ガイドラインに示された考え方を十分理解し、効果的な機械式鉄筋定着工法が活用されることを期待す

る。(前述、両ガイドラインの要約)

#### ② ガイドラインの位置づけ

本ガイドラインは、各種(現場打ち)コンクリート構造物の品質を確保した上で生産性向上を図ることを目的として、機械式鉄筋定着・継手工法を採用するにあたり、その標準的な使用方法と、設計、施工上の留意事項について示したものである。

構造物の設計段階において機械式鉄筋定着・継手工法の適用を計画する際は、本ガイドラインで示した事項を理解した上で、それぞれの構造物が準拠している設計基準に示されている要求性能や前提条件を満たしているかどうかの判断を適宜行うこととする。

(前述、両ガイドラインの要約)

以下に両工法に関する留意点を示す。

#### <機械式鉄筋継手工法>

- ・ 塑性化考慮箇所においては、要求性能や構造細目等について各設計基準を確認
- ・ 継手性能は、公的機関による技術確認によりSA級～C級まで4段階に分類
- ・ 平成29年3月1日現在、SA級19種、A級58種が公的機関の技術確認済
- ・ 使用時には、最新の証明書により適用条件や品質管理方法等を確認

#### <機械式鉄筋定着工法>

- ・ 塑性化考慮箇所においては、要求性能や構造細目等について各設計基準を確認
- ・ 橋梁床版等、疲労荷重の影響が大きい部材はガイドラインの対象外
- ・ 性能に関して、公的機関による技術審査証明を受けたものを対象
- ・ 使用時には、最新の技術審査証明情報を確認
- ・ 工法毎に適用できる鉄筋強度・径、コンクリート強度等が異なる。

### 6-2 検討結果

上述のとおり、それぞれの構造物が準拠している設

計基準に示されている要求性能や前提条件を満たしているかどうかの判断を適宜行うことを求めている。

建設局の設計基準に織り込むには各製品の適用範囲など多岐に渡っているため、さらなる検討が必要と考え、引き続き検討を行うこととした。

## 7.標準スランプの変更

### 7-1 背景

阪神淡路大震災以降、鉄筋コンクリート構造物の耐震性能要求水準が高まり、配筋が高密度化した。

その結果、現場打ちコンクリート充填時の施工性低下、充填不足が懸念されるようになり、流動性を高めたコンクリートの活用による生産性向上の必要に迫られた。

そのような中、平成29年3月に国土交通省が「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」を策定した。

### 7-2 ガイドラインの概要

土木工事では一般的に、これまでスランプ8cmのコンクリートを使用してきたが、配筋量の増大に伴い現場での締固め・充填が困難なものとなっており、流動性を高めたコンクリートを活用することで生産性の向上を図ることが必要となった。

近年、化学混和剤を適切に使用することで、コンクリート品質に影響を与えず、必要な流動性を得ることが可能になっている。

以上のことから、建設局内のスランプの現状を把握するとともに検討を進めた。

### 7-3 建設局工事の実態調査結果

建設局工事の実態調査では、擁壁工事や橋梁下部工事等で施工性や品質の確保のためにスランプ値を高くしている事例が確認された。(25件中7件で流動性を高めたコンクリートを活用。)(図-5参照)

スランプ値8cmを使用している案件でも、ヒアリングを行ったところ、現場でのスランプ試験後に流動化剤を添加するなど、施工性の改善を行っている実態が確認できた。

### 7-4 検討結果

“一般的な鉄筋コンクリート構造物の設計スランプは12cmを標準とする。”

現場で標準スランプ値(12cm)以外のスランプ値を用いる場合は、妥当性を確認のうえ採用する。

対象材料は、一般的な鉄筋コンクリート構造物用のレディーミクストコンクリートとする。

(コンクリート舗装工、場所打ち杭等の水中コンクリート、トンネル覆工、無筋コンクリートは対象外とする。)

### 7-5 JIS表記への移行について

今回、標準スランプを改定するにあたり、JIS表記に移行することとした。

**例) BB182B → 普通 18-8-20BB**

旧表記では下記例に示される182の後のBにスランプ(8cm、10cm)が意味されており、12cmを示すものは無く、アルファベットを追加しなければならない。

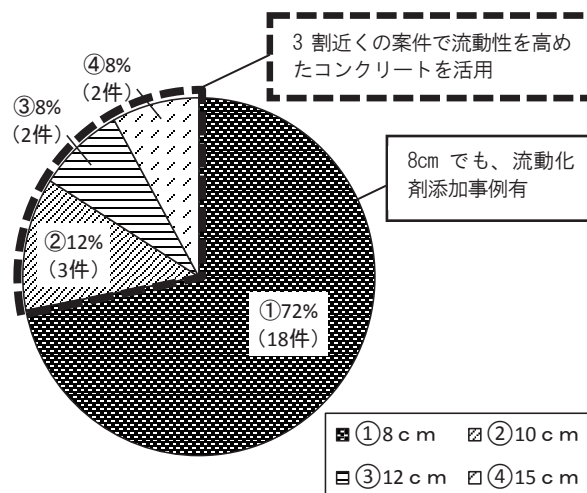


図-5 建設局工事实態調査結果

## 8.その他の検討内容

ドローン(Unmanned Aerial Vehicle、UAV)の有効活用を検証

次の(A)～(C)に該当する空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。図-4 参照

(A) 空港周辺の空域

(B) 地表又は水面から 150m 以上の高さ空域

空港やヘリポート等の周辺に設定されている進入表面、転移表面若しくは水平表面又は延長進入表面、円

錐表面若しくは外側水平表面の上空の空域

(C) 人口集中地区 (DID) の上空

土木技術支援・人材育成センターは (A) と (C) に該当する。

ICT 土工のアンケート中に“UAV (ドローン) を使用する際の法規制等を障害とする意見”があったため、許可申請からセンター職員自ら国交省航空局の飛行許可を取得し、ドローンを操作し飛行検証を行った。

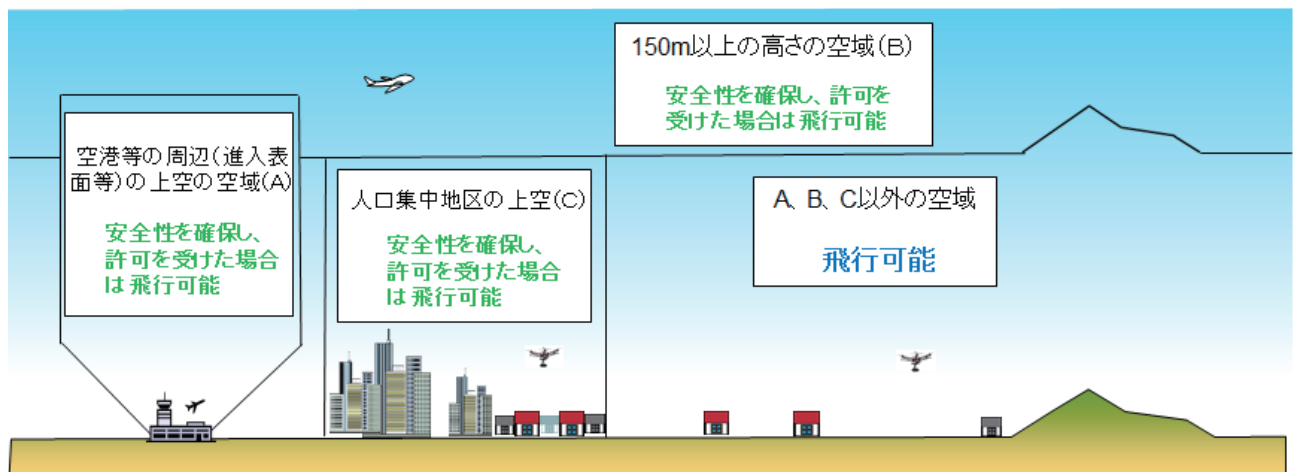


図- 6 許可が必要な空域

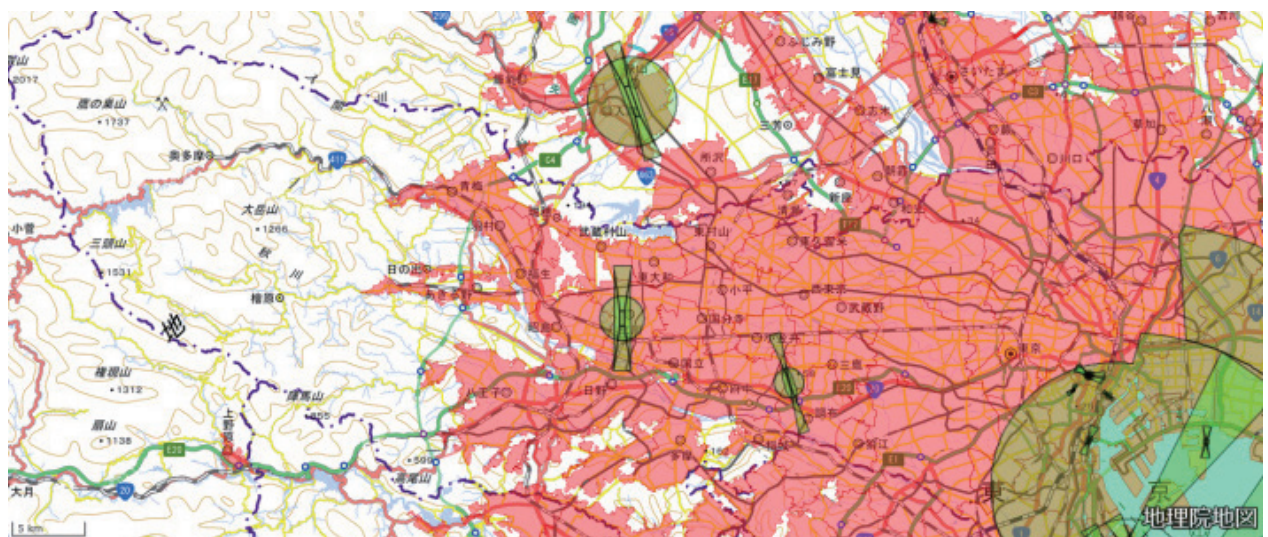


図- 7 東京近郊の A, C に該当する地区

ドローンからの撮影写真（写真-4）を紹介する。

遮熱性舗装を施しているセンター内敷地を撮影したものであるが、建物屋上からの撮影では斜めになってしまうところを真上から俯瞰でき、状況写真として説得性が向上した。



写真-4 遮熱性舗装空撮

## 9.まとめ

ICTに関する技術は日々進化し、それに合わせるように基準類も改訂されている。今回の検討で生産性が向上したのもあるが、都市部特有の課題もある。

今後も局事業に最も適した技術を採用できるように引き続き、先を見据えた調査検討を進める予定である。