

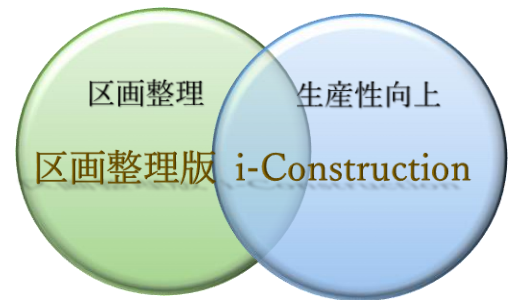
標題 区画整理版 i-Construction の構築への取り組み

氏名（所属）昭和株式会社 測量調査室 中山進介

1. はじめに

道路整備による利便性の向上や公共施設の整備改善など多くのメリットがあるため、地域の活性化を目的として全国的に土地区画整理事業が推進されてきました。しかし、事業の推進においてさまざまな背景から、スムーズに進まないケースも多く報告されています。今回実施した名古屋市中志段味地区の土地区画整理においても、資金不足や地権者とのトラブルなど多くの問題が発生し、事業の適正化を図るべく土地区画整理事業の再構築を行いました。

昨今では、測量技術においても三次元データの活用が注目されており、土木分野では i-Construction として建設現場の生産性向上を目指した取り組みが進められています。当社では、この三次元データを「土地区画整理事業」に適用し、「区画整理版 i-Construction」として取り組むことにしました。



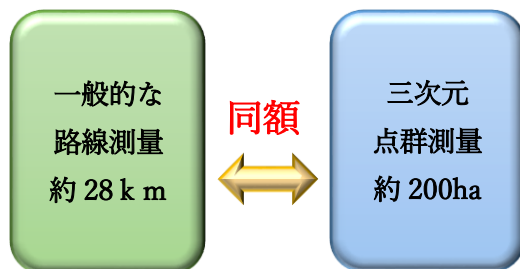
2. 三次元データ活用の経緯

中志段味地区は事業の長期化により地権者の不満の声が多いなか、適正化を図るために何度も道路計画の変更を検討しながら事業を進めていくことが決まっていました。また、この地区は急傾斜地や森林が多く、道路設計に必要な路線測量に多額の資金と膨大な時間がかかることが予想されました。



名古屋市中志段味地区

当社は数年前から三次元計測を導入し、多くの実績を積んでおり、中志段味地区でも三次元データの採用が大きなメリットをもたらすことが明らかでした。最終的な決め手は、予算上、通常の路線測量と三次元測量がほぼ同額でありながら、情報量の多い三次元測量を採用することが可能であった点です。取得できる三次元データは、路線測量の地形判読だけでなく、事業推進の合理化や合意形成の可視化など、多くのまちづくりの基礎データとして活用できます。



三次元データの説明の様子

3. 三次元データの取得方法

三次元測量にもいろいろな計測手法があり、最も高精度、高解像度な地上レーザスキャナを用いて、道路部から地上レーザ測量を行います。事業途中のため多くの空き地が雑草で覆われていたり、反対する地権者が多い中志段味地区には非接触で地形地物が取得できるレーザ計測は最適な測量手法だと考えられました。

使用した地上レーザ測量は最大1km以上計測できる長距離レーザですが、道路部からの計測だけでは建物の死角や森林の地形までは取得できません。そのため上空からUAVレーザ測量を行い、地区全体を網羅する三次元点群データ取得しました。またUAVレーザの点群データをカラー点群にするためにUAV写真測量も行い航空写真よりも高解像度なカラー点群データを作成しました。

<地上レーザ測量>



地上部より構造物や地形などの計測対象物の形状を3次元座標の密集した点群データとして取得する。

<UAV 写真測量>



空中写真を連続で撮影し、三次元点群データの作成を行う。オルソ画像や数値地形図作成にも活用できる。(珍しい固定翼タイプ)

<UAV レーザ測量>



UAV にレーザスキャナシステムを搭載し高密度高精度な三次元点群データを広範囲に取得する計測技術。

4. 三次元計測の課題と創意工夫

① 地上レーザ測量

これほど広い範囲を地上レーザ測量した事例は全国でも少なく、うまく整合できるのか、計測に何日かかるのか、データ量はどれくらいになるのかなどが課題となりました。地上レーザスキャナは放射状にレーザを照射するため離れるほど密度が粗くなります。高密度で現況を確認するには20m～30mの間隔で計測する必要があり、計測を計画すると1,500箇所にも及びます。

そこで計測の効率化を検討し、レーザスキャナをカートに乗せることで移動時間の短縮と持ち運びの負担を軽減しました。



カートで移動する地上レーザスキャナ

② UAV レーザ測量・UAV 写真測量

中志段味地区はDID地区（人口密集地区）に該当し、約200haの上空を飛行させるには目視外飛行は避けられない状況でした。2020年当時は国土交通省も目視外飛行レベル4（現在はカテゴリーⅢ）は実証実験段階で原則飛行許可は下りないとされていました。

有人航空機であれば上空を飛べるため航空レーザ測量も検討しましたが±30cm精度のため、後の詳細設計には耐えられないと判断し、±10cm制度のUAVレーザ測量を採用しました。

安全かつ正確に目視外飛行を実施するために国土交通省大阪航空局と3カ月にわたる協議を行い、目視外飛行にならないよう安全監視員を多数配備し、通行人に注意喚起をしながら無線機でオペレーターと連絡を取り合うという方法で飛行許可を得ました。



UAV レーザ測量の様子

目視外での飛行



カテゴリー概要

カテゴリーⅢ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じないで行う飛行。（＝第三者の上空で特定飛行を行う）
カテゴリーⅡ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行。（＝第三者の上空を飛行しない）
カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行。 航空法上の飛行許可・承認手続きは不要。

出典：国土交通省 HP

5. 区画整理版 i-Construction 実現に向けて

土地区画整理事業を進めていく中で、i-Construction を推進していくに当たっての測量・設計段階で解決すべき課題点を設計部門と協議しました。

問題点①：点群データの容量が大きすぎる

相応の PC スペックが必須であり、測量では点群専用ソフトで大規模点群も扱えますが、3D 設計ソフトでは多くの点群データを処理できません。点群を間引くことでデータは軽量化しますが、地物の判読が困難になり、後工程での品質・精度の劣化を招きます。

そこで、高密度点群データを矩形メッシュで切り出し、管理する手法を採用しました。国土基本図 1/250 メッシュを基準として、200m×150m のメッシュ単位でデータ管理を行うことで、品質を維持しつつファイルサイズを小さくすることが可能になりました。

高密度データ



詳細な確認が可能
大ボリューム、扱いづらい

低密度データ



軽量、扱いやすい
判読が困難

■ 高密度データをメッシュ単位での保管 ■ 1/250図郭(200m×150m)で管理



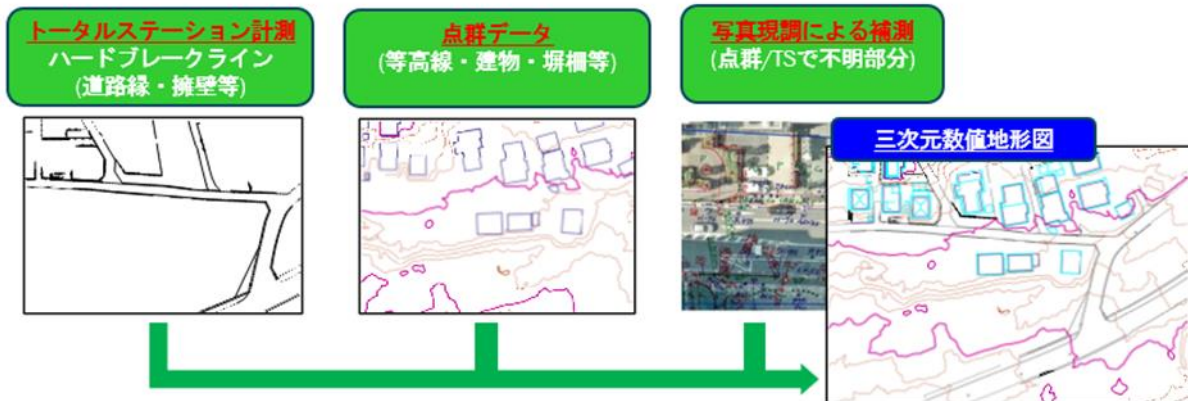
品質を落とさずにデータ保持が可能

問題点②：点群データのみでは設計に必要な要素が明確ではない

点群は点の集合体に過ぎず、設計やその後のデータ利用を考える際、何の地物であるかが判別しにくいという問題があります。そこで、国土交通省が提供する三次元数値地形図の作成要領を基に、実測データと点群データをハイブリッド化する手法を検討しました。

必要な道路縁や擁壁などをトータルステーションで計測し、点群データから等高線や建物等の地物データを取得します。さらに、点群では把握できない部分を航空測量による写真現調で補完し、三次元数値地形図を作成して現況地形モデルとし、次工程の設計に繋がります。

■ 三次元数値地形図の作成手法

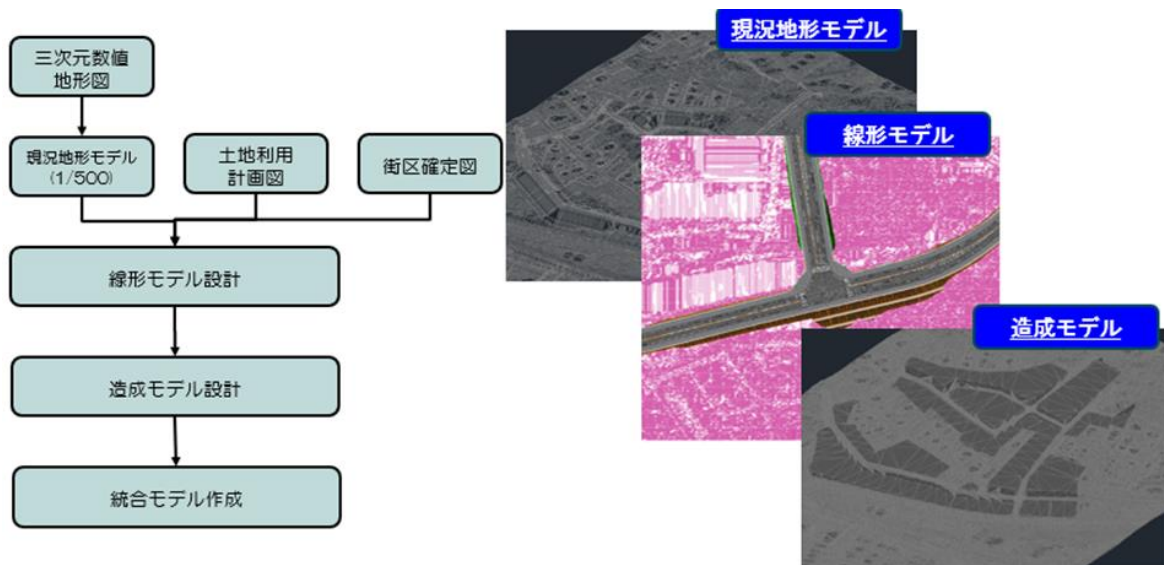


問題点③：区画整理設計の特殊性

区画整理事業では、通常的设计業務とは異なり、地区全体の面積が関連してきます。つまり、街区内の換地面積を確保しつつ、道路などの線形を調整する必要があります。

三次元数値地形図を基に、現況地形モデルを作成し、各段階で線形モデルおよび造成モデルを更新し、最終的に地区の統合モデルとしていく手法を検討しました。

交差点部や擁壁などの細かな部分については、ソフトウェアによる課題もあり、線形や造成をリアルタイムで検討することが難しいため、今後も手法や利用するソフトウェアの検討が必要です。



設計統合モデルフロー

