

道路GISデータの整備・更新方法に関する研究

【国土技術政策総合研究所】

測量成果、設計データの電子化の進展に伴って、電子データのフェーズ間での利活用の効率化から、測量成果（DM）、設計成果（CAD）とGISデータを相互に交換し、利用することのニーズが顕在化している。本研究では、道路事業を事例として、竣工時に作成されるCADデータをもとに、道路維持管理で利用するGISデータを整備、更新するための技術開発を実施した。

1．道路事業におけるGISデータ作成・更新の現状と課題

道路利用者や国民に対してより高度な道路行政サービスの提供が求められる一方で、ITSやCALS/EC等の導入、普及などにより、道路行政における情報化の確立が必要となっている。そして、情報化を考える上で道路に関わる情報は位置参照を必要とすることから、GISの活用が有効と判断される。このため、国土交通省では、道路GISのプラットフォームとなる道路基盤データの整備を検討している。道路基盤データとは、ITS、道路構造物管理、道路防災対策、交通事故分析などの様々なアプリケーションに利用可能な道路地図の基盤データであり、地理情報標準に基づいて仕様が定められたものである。道路基盤データの整備は航空写真測量や地上測量によって道路区域内の地物とその属性を取得するが、整備後も道路工事にともなって逐次データを更新していく必要がある。しかし、現状では工事完成後に工事とは別に新たに測量を実施しGISデータを作成するために、データ更新の遅延、GISデータの作成コストの増加など、課題が散見される。

2．研究方法

本研究では、道路事業全体におけるGISデータ作成仕様と品質評価手法を検討するとともに、GISデータの更新・利活用を効率的かつ安定的に実施する仕組みについて以下の基本的な検討を行った。

- ・ 道路工事におけるGISデータ作成のための業務プロセスモデル
- ・ 道路工事で作成・更新するデータ項目・内容・精度の明確化（製品仕様書）
- ・ 作成費用
- ・ データの品質管理、検査方法等

さらに、検討結果に基づいて、実際の道路工事でGISデータ取得、更新実験を実施してその適用性を検証した。

（1）道路工事におけるGISデータ作成のための業務プロセスモデルの構築

1）道路工事の状況把握

業務プロセスモデルの構築方法

道路事業での工事の流れを把握し、工事完了後にGISデータの作成・更新を行うにはどのようにすべきか検討するため、図25に示すような検討フローによる業務プロセスモデルの構築方法を検討、採用した。

現行工事の状況把握

a) 事前調査

新土木工事積算大系のレベル1～4（工事区分、工種、種別、細別）ごとに道路事業が関係する地理情報の取得可能性の検討を行った。その結果、道路改良、舗装、道路修繕工事で取得可能な地物が多いことが判明した。よって、3工事を道路GISデータの更新検討の対象とすることにした。

b) アンケート調査

事前検討の対象3工種について、工事の傾向を把握することを目的としたアンケート調査を実施した。

- ・ 対象：北海道開発局、8 地方整備局、沖縄合事務局、工事事務所数22事務所（工事89件）

c) ヒアリング調査

アンケート調査により抽出した工事のフローの作成し、現行工事の状況把握を行った。

- ・ 対象：松山工事事務所（3工事）、福岡国道工事事務所（4工事）

d) 現行工事の状況把握

ヒアリング調査等の結果から、工事段階における地理情報の扱いについて、以下に整理した。

- ・ 施工の順序には一般的な流れが存在する。工事により工種の施工順序が前後する場合もあるが、地理情報の取得の可否に大きな影響はない。
- ・ 各工種ごとに作成される出来形管理資料は、基本的に施工段階に作成される。
- ・ 施工対象となる地物の地理情報は、それぞれの工種の施工により取得可能になる。

e) 業務プロセスモデル検討の対象の選定

業務プロセスを用いた検討の対象を、以下の理由により舗装修繕工事とした。

- ・ 工事の直後に道路が供用されるため、地理情報を取得する地物についても施工が終了している。
- ・ 既存地物が存在するため、地物の設置・変更・埋設・除去等の事例が網羅される。
- ・ 工事区分の中で件数が多く、今後も道路事業に占める比重が高まると予想される。

2) As-Is モデルの分析

現行の業務プロセスモデルの構築

宇都宮国道事務所管内の平成12年度築瀬舗装修繕工事について、工事完成図書の整理やヒアリン

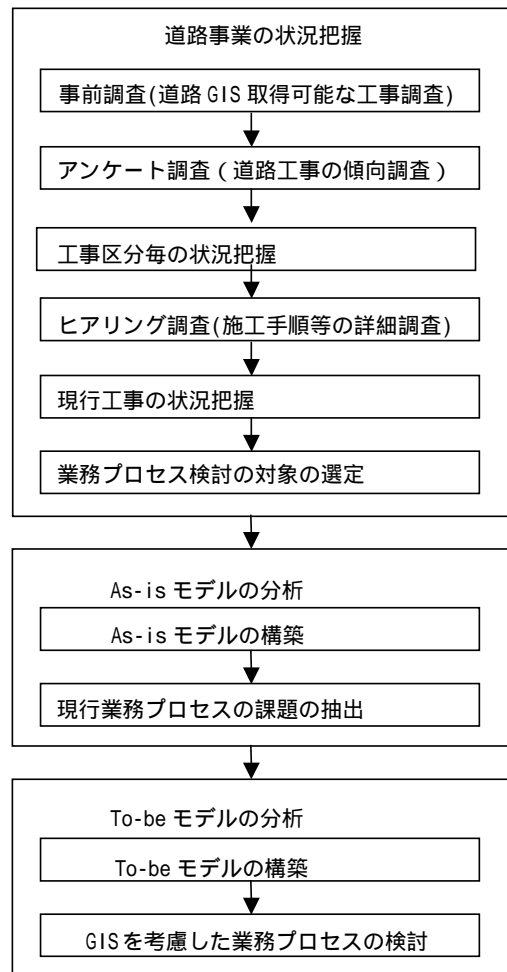


図25 業務プロセスモデル構築方法

グ調査等を行った。その結果をふまえて、現行の舗装修繕工事の業務プロセスモデル (As-Is モデル) を構築した。

具体的には、IDEF0 の手法を用いて、工事の各段階でインプット及びアウトプットとなる情報 (ドキュメント等) の流れと、関係する主体や規定等について整理した。また、現行工事で生成するドキュメント (図面、帳票) は、以下のような利用目的のためにまとめられていることがわかった。

- ・ 工事数量の算出する
- ・ 施工の状況や品質等を記録する
- ・ 施工時の構造物等の位置合わせをする際の補足資料とする

一方、完成図は地物の計画位置と施工位置にズレがあっても、出来形管理基準及び規格値の範囲内であれば図上の修正は行われぬ。そのため、実際の施工地物の位置を完成図が表現していない場合があることがわかった。

3) To-Be モデルの分析

GIS を考慮した業務プロセスモデルの構築

現行の業務プロセスモデルの検討を受けて、GIS データを考慮した業務プロセスモデル (To-Be モデル) の構築を行った。工事により GIS データを取得するためには、以下の着眼点が必要となる。

- ・ 工事により設置、変更、除去された地物が、「いつ、どこで、どんなものに」施工されたのか、正確に説明し、その内容を保証する。
- ・ 施工地物の情報 (時間属性、空間属性、位置属性) を電子情報として取得、記録する

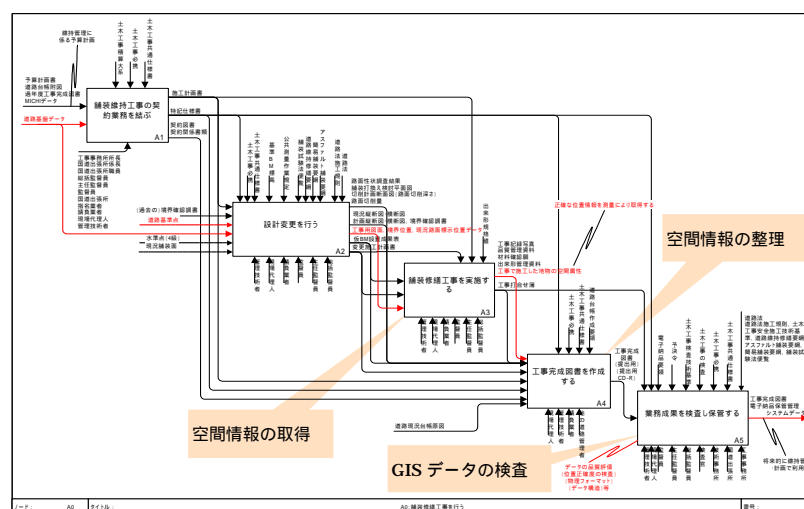


図 26 GIS データを考慮した業務プロセスモデル (To-Be モデル)

以上の着眼点を取り入れた工事を実現するためには、工事の業務プロセスそのものを大きく変更する必要はないが、各工種の施工段階で地物の平面及び高さの空間情報を取得する行為 (測量) が必要になると考えられた。

以上の内容をふまえて、GIS データを取得する観点から、先に示した As-Is モデルに欠けているド

キュメント等の情報を追加して、図26に示すような To-Be モデルの構築を行った。新たに追加した主な作業項目については、吹出し部に特記した。

土木工事共通仕様書の改定案

To-Be モデルの着眼点を実現するためには、数量算出が主な目的となっているドキュメントに、位置等の正確な情報を付加する必要がある。そのためには、ある程度の強制力をもつ規定等が必要であり、このような強制力の担い手としては、土木工事共通仕様書を活用することが考えられる。そこで、その一部を「位置情報を取得する」、「道路工事データ製品仕様書の規定に従って出来形管理を行う」等と改訂を行うことで、GISデータ取得が可能な業務プロセスを実現すると考えられる。土木工事共通仕様書の改定案を作成した。土木工事共通仕様書の一部を以下の表5のように改訂することで、GISデータの取得が可能な業務プロセスが実現すると考えられる。

表5 To-Be モデルに対応した土木工事共通仕様書の改訂案

現行	改訂案(赤字部分を追加)	改訂の理由
1-1-23 数量の算出及び完成図		
1. 請負者は、出来形数量を算出するために出来形測量を実施しなければならない。	1. 請負者は、出来形測量を実施しなければならない。 「出来形数量を算出するために」を削除	出来形数量の算出のための出来形測量の目的を、位置の管理にまで拡張するため。
1-1-24 品質証明		
請負者は、設計図書で品質証明の対象工事と明示された場合には、次の各号によるものとする。 (3) 品質証明は、契約図書及び関係図書に基づき、出来形、品質及び写真管理はもとより、工事全般にわたり行うものとする。	(3) 品質証明は、契約図書及び関係図書に基づき、出来形 (位置及び数量) 、品質及び写真管理はもとより、工事全般にわたり行うものとする。	出来形については、位置の品質照明の必要とすることを明示するため。
1-1-25 工事完成検査		
2. 請負者は、工事完成通知書を監督職員に提出する際には、次の各号に掲げる要件をすべて満たさなくてはならない。 (3) 設計図書により義務付けられた工事記録写真、出来形管理資料、工事関係図及び工事報告書等の資料の整備がすべて完了していること。	(3) 設計図書により義務付けられた工事記録写真、出来形管理資料 (位置及び数量の資料) 、工事関係図及び工事報告書等の資料の整備がすべて完了していること。	出来形管理資料が、位置及び数量の資料であることを明示するため。
4. 検査職員は、監督職員及び請負者の臨場の上、工事目的物を対象として契約図書と対比し、次の各号に掲げる検査を行うものとする。 (1) 工事の出来形について、形状、寸法、精度、数量、品質及び出来ばえの検査を行う。		
(1) 工事の出来形について、 位置 、形状、寸法、精度、数量、品質及び出来ばえの検査を行う。		
工事完成検査において、出来形の位置を検査項目とすることを明示するため。		
1-1-26 既済部分検査等		
3. 検査職員は、監督職員及び請負者の臨場の上、工事目的物を対象として工事の出来高に関する資料と対比し、次の各号に掲げる検査を行うものとする。 (1) 工事の出来形について、形状、寸法、精度、数量、品質及び出来ばえの検査を行う。		
(1) 工事の出来形について、 位置 、形状、寸法、精度、数量、品質及び出来ばえの検査を行う。		
既済部分検査等において、出来形の位置を検査項目とすることを明示するため。		
1-1-27 技術検査		
6. 検査職員は、監督職員及び請負者の臨場の上、工事目的物を対象として設計図書と対比し、次の各号に掲げる検査を行うものとする。 (1) 工事の出来形について、形状、寸法、精度、数量、品質及び出来ばえの検査を行う。		
(1) 工事の出来形について、 位置 、形状、寸法、精度、数量、品質及び出来ばえの検査を行う。		
技術検査において、出来形の位置を検査項目とすることを明示するため。		
土木工事施工管理基準 - 5.管理項目及び方法 -		
(2) 出来形管理 請負者は、出来形を出来形管理基準に定める測定項目及び測定基準により実測し、設計値と実測値を対比して記録した出来形成果表又は出来形図を作成し管理するものとする。但し、測定数が10点未満の場合は出来形成果表のみとし、出来形図の作成は不要である。		
(2) 出来形管理 請負者は、出来形を出来形管理基準に定める測定項目及び測定基準により実測し、設計値と実測値を対比して記録した出来形成果表又は出来形図を作成し管理するものとする。但し、測定数が10点未満の場合は出来形成果表のみとし、出来形図の作成は不要である。 また、請負者は、道路工事データ製品仕様書の規定に従うこと。		
数量による出来形管理に加えて、道路工事データ製品仕様書に基づいた地理情報の取得を規定するため。 「請負者は道路工事データ製品仕様書の規定に従う」という趣旨を、それぞれの工事の特記仕様書に記述する方法もある。		

(2) 道路GISデータ更新に関する実証実験

1) 実験の目的

GISデータ(道路基盤データ)の更新機能の設計・実装と、データ作成業者のスキルに応じたデー

タ提出方法の検討を実施した。本実験は、道路基盤データの整備範囲の中から、今年度の工事実施により変更が生じた箇所について、施工段階の更新用データの取得・作成を試み、今後のGISデータ更新の可能性を検証することを目的として実施した（図27）。

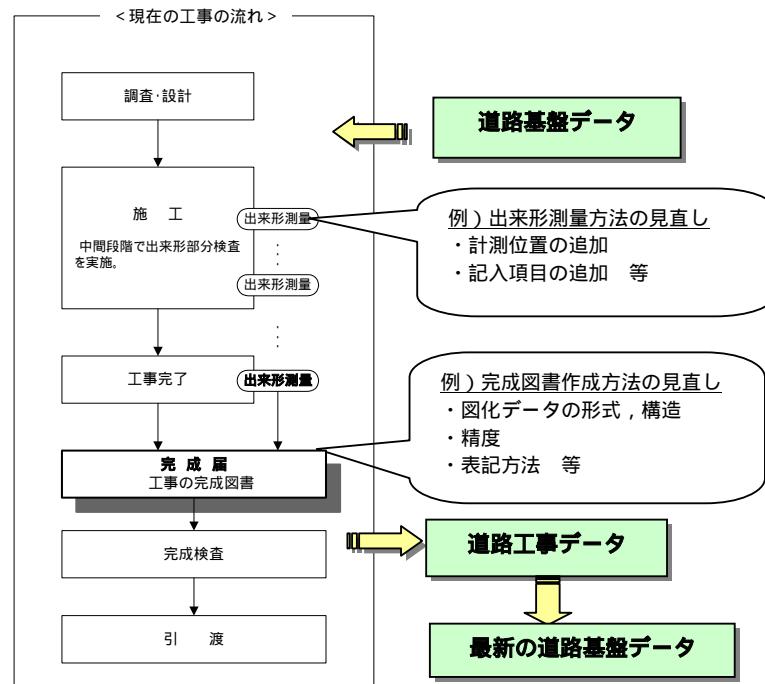


図27 道路施工段階におけるGIS更新用データの取得、作成のフロー

2) 実験箇所

福岡国道工事事務所に協力いただき、表6のとおり、管内以下の工事を対象に、施工業者の方に作業協力をお願いして実験を実施した。

表6 更新実験対象

	対象工事	
	路線名	工事名
福岡国道事務所	一般国道201号 (福岡東バイパス)	戸原地区街路整備工事
		江辻地区環境整備工事

3) 実験内容

施工業者は、出来形計測に際して、地物の正確な位置を計測するために必要に応じて総量を実施し、GISデータに変換可能なCADデータを地物の位置、形状等を作成する。また、あわせて、地物の主題属性をCADデータとのオブジェクトIDでリンクさせたCSV形式でデータを作成し、CADデータ+主題属性データで納品する。納品されたCADデータ+主題属性データはGISデータへのCAD-GIS変換コンバータを用いて、GISデータに変換する。なお、実験では実施しなかったが、実際にサーバーに更新データを組み込むためには、さらにXML形式にコンバートし、品質基準を満たすように論理検査を行う必要がある。

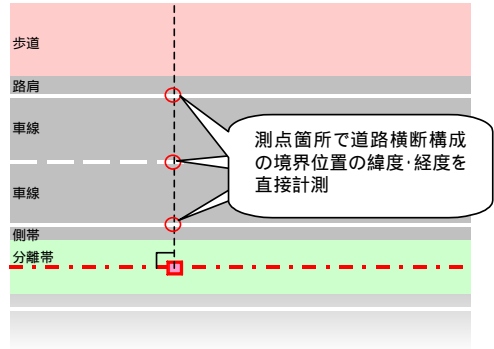
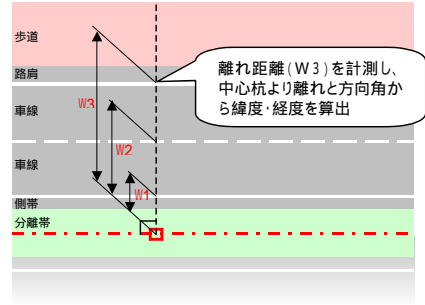
実験内容の概要を表7に示す。なお、今回の実験結果は、GIS更新に対応した工事実施方法の検討や、GISデータ更新用システムの検討など、今後の工事におけるGIS更新の仕組み作りに活用するものである。

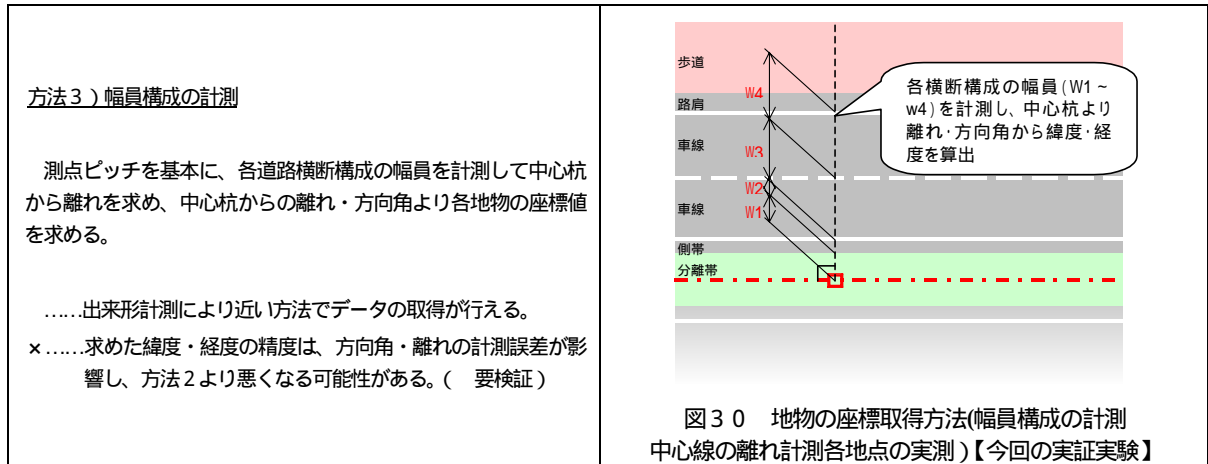
表7 作業内容の概要

	項目	内容
施工段階における更新データ取得の試行	1) 測量作業の追加・変更	各地物の緯度・経度を求めるために、測量方法の一部変更を行う。 また、各地物の位置、形状、範囲を正確にデータで表現するために、必要に応じて計測箇所を追加を行う。
	2) GIS更新用データの作成 (CADデータ, CSV形式)	GISデータに変換可能なCADデータを作成する。 GISデータの主題属性の作成に必要な文字データの入力を行う。
実施後の追跡調査(ヒアリング)	更新データ取得の試行結果についてのヒアリング	実験結果を踏まえ、以下についてヒアリングを実施する。(質問項目) ・要した日数, 費用 ・実施の難易度
	その他、施工段階でGISデータ取得に有効と思われる方法	今回の実験を通して、他に可能性が考えられるもの等について、ご意見を伺う。

測量作業の追加・変更

現在、施工段階で実施している測量(出来形測量, 出来高数量算出のための測量など)については、各地物の座標位置も把握できるよう、計測方法の一部見直しを行う。すなわち、各地物の位置、経常、範囲を緯度、経度で取得するためには図28~図30の方法が考えられるが、本実験では方法3(幅員構成を計測して中心線からの離れを求める方法)による作業を基本としている。なお、道路支持地物(のり面、擁壁等)、道路関連地物(排水溝、側溝、柵等)等では、各地物の正確な位置、形状、範囲を計測するために、基本的な計測作業とは別の方法で実施する。

<p>方法1) 各地点の実測</p> <p>測点ピッチを基本に、道路横断構成の境界位置の座標を計測する。</p> <p>.....直接計測の為、より精度の高い緯度・経度が求まる。</p> <p>x.....測点ピッチで道路横断構成の位置について、基準点測量が必要となる。</p> <p>(通常の出来形計測とは手法が異なり、計測に多くの時間を要する)</p>	 <p>図28 地物の座標取得方法(各地点の実測)</p>
<p>方法2) 中心線離れの計測</p> <p>測点ピッチを基本に、道路横断構成の境界位置について中心杭からの離れを計測し、中心杭からの離れ・方向各より座標値を求める。</p> <p>.....出来形計測に近い方法でデータの取得が行える。</p> <p>x.....中心杭からの位置計測箇所が増える。求めた緯度・経度の精度は、方向角・離れの計測誤差が影響し、方法1より悪くなる。(要検証)</p>	 <p>図29 地物の座標取得方法(各地点の実測)</p>



a) 道路基本地物の計測 (単路部)

図31のとおり、単路部の道路基本地物の計測では、基本地物の中心杭から各地物の境界位置までの離れを求めるために、測点位置において道路横断構成の幅員(W1～W7)の計測を行う。(測点毎:20mピッチ)

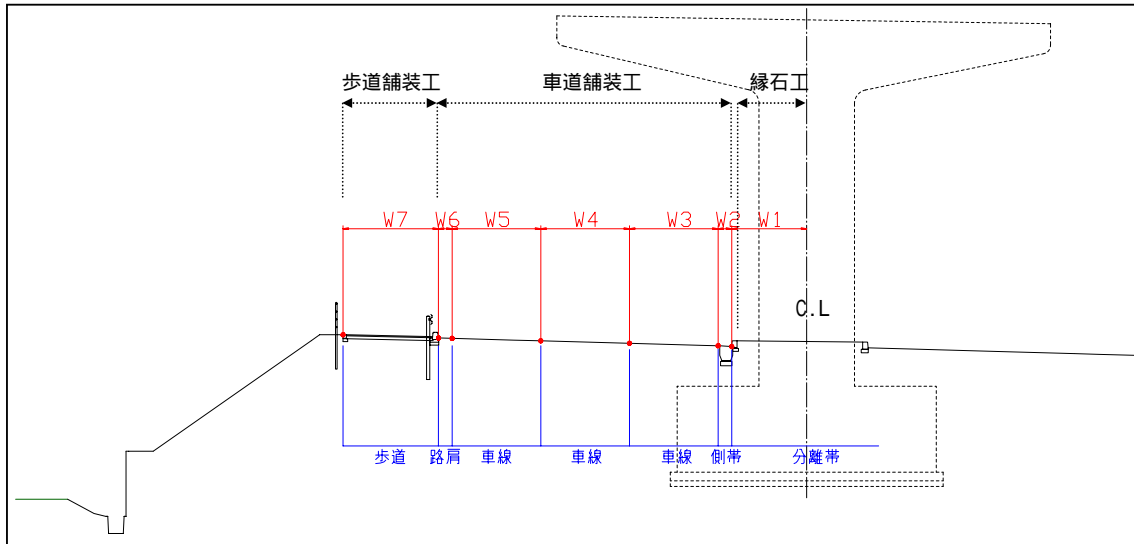


図31 道路基本部の計測 (単路部)

b) 道路基本地物の計測 (交差点の巻き込み部等)

交差点の巻き込み部では、現行の求積図作成で任意座標を測量する方法から、1kmピッチで整備された道路基準点を基に、緯度・経度を求める方法に変更する(表8)

表8 作業内容 (道路基本地物の計測)

取得する地物	計測箇所	関連する工種	追加作業内容
分離帯	W1	・縁石工	出来形測量で計測している道路中心線からの離れに縁石の幅も加え、W1を求める。
歩道	W7	・法面整形工 ・擁壁工 ・縁石工	法肩、擁壁天端位置については、測点毎に中心線杭からの離れを計測する。 歩車道境界の縁石の位置については、測点毎に中心線杭からの離れを計測する。
車線	W3～W5	・アスファルト舗装工 ・区画線工	現在の幅員、延長の計測時において、中心線杭からの離れを計測し、緯度・経度を算出する。
側帯	W2	・縁石工	
路肩	W6	・区画線工	

c) 道路支持地物の計測

擁壁、法面の位置については、中心杭からの離れの計測を基本とするが、計測が困難な場合は、基準点測量を別途実施するものとする（表9）

表9 作業内容(道路支持地物の計測)

取得する地物	計測箇所	関連する工種	追加作業内容
擁壁	図中	・コンクリート積工 ・重力式擁壁工 ・小型重力式擁壁工	・擁壁天端位置については、測点毎に中心線杭からの離れを計測する。 ・擁壁の地表面位置については、任意の基準点を設置し、緯度経度を計測する。
法面	図中	・法面整形工	・法肩位置については、測点毎に中心杭からの離れを計測する。 ・法尻位置については、任意の基準点を設置し、緯度経度を計測する。

d) 道路関連地物

道路関連地物については、近傍の基準点や中心杭からの離れを計測し、緯度、経度を求める（図32、表10）

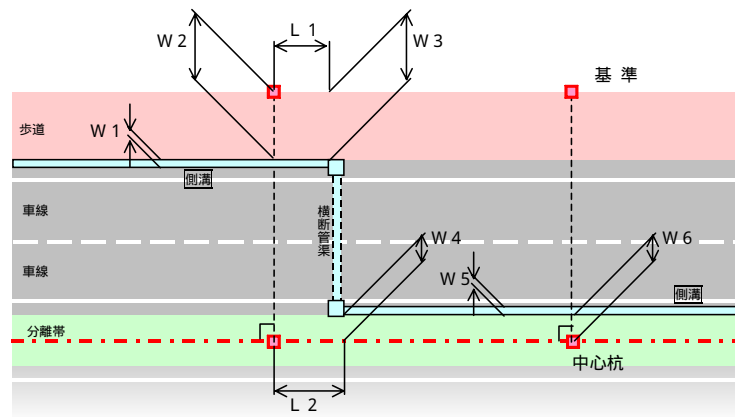


図32 側溝の計測方法（例）

表10 作業内容(道路関連地物の計測)

取得する地物	計測箇所	関連する工種	追加作業内容
集水ます		集水桝設置	・測点距離と離れをそれぞれ計測する。 ・桝の外周の縦幅、横幅を計測する。
排水溝		・縦排水工	・排水溝の幅を計測する。 ・排水溝位置として、測点毎に近傍の基準杭からの離れを計測する。 ・変化点では、測点距離と離れをそれぞれ計測する。
側溝	W1~6 L1~2	・PU側溝工 ・管渠型側溝 ・L型側溝	・側溝の幅を計測する（W1, W5） ・側溝位置として、測点毎に近傍の基準杭からの離れを計測する（W2, W6） ・変化点では、測点距離と離れをそれぞれ計測する。（L1とW3, L2とW4）
柵・壁		・防護柵設置工（ガードレール、ガードパイプ）	・変化点では、測点距離と離れをそれぞれ計測する。（L1とW3, L2とW4）
視線誘導標		・道路付属物工（視線誘導標、反射式視線誘導標）	・設置区間の始終点位置について、測点距離と離れをそれぞれ計測する。
排水管		・管渠工	・測点距離と離れをそれぞれ計測する。
柱		・道路照明設備設置工（直線型ポール工）	・測点距離と離れをそれぞれ計測する。

測定箇所の一部追加

今回実験では、急な曲線箇所や地物の形状が変化する箇所などにおいて、測定箇所を増やしてデータを取得する（図33）。

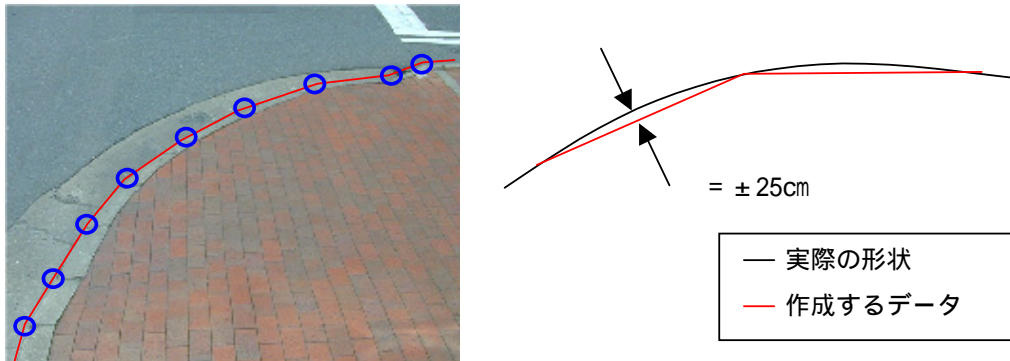


図33 曲線部における測定箇所の追加

GIS更新用データの作成

道路GISデータの更新において、GISデータ作成のスキルの乏しい施工業者が行うことから、以下のように、始めにCADデータを作成、さらに主題属性データをテキストで作成し、これらをもとに道路GISデータの作成実験を実施する。

a) 更新用CADデータの作成

今回工事の対象箇所について、図34に示すような道路の面データ、線データ、点データ、およびテキストデータの作成を行う。なお、作成するCADのデータ形式はDXF形式とし、座標系はCADの任意座標系ではなく、平面直角座標系で作図を行う。

なお、データ作成にあたっては、下記i)～vi)に記すような作成ルールに従い、作業を行う。

<データ作成のルール>

i) 図化で取り扱う座標系：日本測地系2000の平面直角座標

ii) 点データの作成ルール：位置座標(x,y,z)

iii) 線データの作成ルール：連続した線分で構成される折れ線（ポリライン）で構成、必要に応じて円弧も可。

iv) 面データの作成のルール：折れ線（ポリライン）を用い、始点と終点は確実に閉合。面を連続して書く場合は境界線にあたる部分を一致させる。

v) 文字データの作成：地物毎に識別子+通し番号を貼り付ける。

vi) レイヤ分けのルール：取得する地物毎にレイヤ分けを行ってCADで管理。

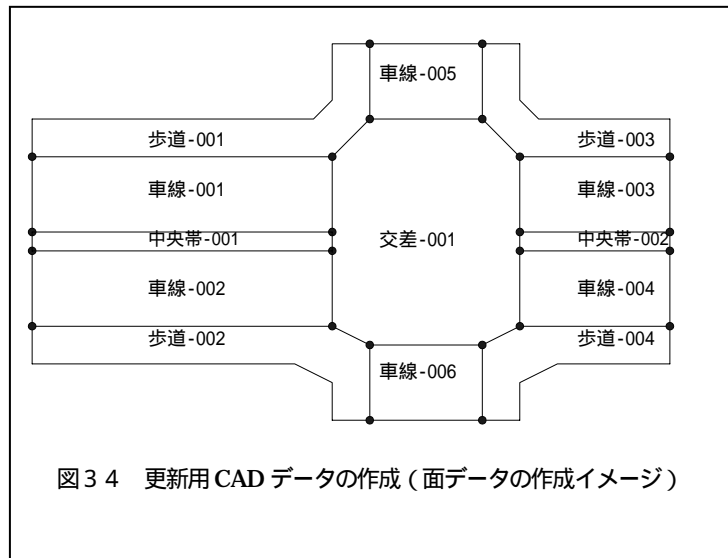


図34 更新用CADデータの作成（面データの作成イメージ）

b) 各地物の属性情報を CSV 形式で作成

貼り付けた文字データを参照しながら、各地物の主題属性情報を確認、入力する。

G I S データへの変換

CAD データ(DXF 形式) + 主題属性情報 (CSV 形式) から G I S データへ変換するために開発したコンバータによって、G I S データに変換し、更新する。

検証実験の実施結果

今回の実験では、測量会社が作業を実施したために、施工会社が工事中に出来形測量を実施し、CAD データを更新するといった本来の業務モデルの実験は実施できなかった。しかし、実験結果から以下の知見を得ることができた。

a) 現地測量による座標、更新用 CAD データの取得

今回のデータ取得は、位置情報もあわせて取得するために、幅員とともに中心線からの離れや高さ (水準測量) を計測するために、不慣れといった原因もあるが、出来形計測に比べて通常より時間が多くかかった

b) CAD データ作成、編集

- ・ CAD データの作成は、取得した柵、側溝のデータが現況データとはあわない場合のすりつけ方法や境界線の一致のさせ方など、更新ルールが明確でなかった。
- ・ G I S データの製品仕様が明確でない部分でのデータ作成方法に確認を要した

c) 主題属性データの作成・編集

- ・ 地物の種別等についてはどの定義に該当するかを確認するか確認が困難であった
- ・ CAD データから消した地物の CSV データの取り扱いについて明確なルールがなかった

d) 出来形測量とあわせる方法

出来形測量で求める値と、今回取得するデータとに相違がある。出来形管理でデータ計測を必要としない箇所や地物を、G I S データ取得のために追加で計測が生じる。

今回の実験から、様々な課題が判明したことから、施工業者が G I S データを取得、作成のための分かりやすいマニュアルの整備が必要と判断された。また、出来形管理、出来高数量算出が G I S データ取得と同時に行えるために、出来形管理の測定項目、規格値、測定基準を G I S 取得可能な方法に変更することが望ましいと判断された。

4 . 研究成果と今後の課題

本研究では低コストかつ迅速に道路 G I S データを整備・活用していくために費用便益の整理、更新プロセスの整理、新技術や既存図面を用いた低コストな整備方法などの検討を行ってそれぞれ成果を得た。

今後、さらに検討を進め、更新プロセスについては電子納品要領へのビルトインと全国への普及や整備についての指針を構築していく予定である。