

## 22. 情報化施工での設計データ流通の最適化の課題と 対策の方向性

(独) 土木研究所 ○ 藤野 健一  
 (独) 土木研究所 山口 崇  
 (一社) 日本建設機械施工協会  
 施工技術総合研究所 藤島 崇

### 1. はじめに

日本においては、建設分野の ICT 導入が活発になっている。数年前より、国土交通省は情報化施工を推進するために、保有する土工構造物の設計データを施工業者に提供する事を試行した。しかし、設計データをそのまま活用できるようなケースは多くは見つからない結果となった。これには建設生産システムにおける様々な課題に起因していると考えられる。その一方で、Construction Information Management (以下、「CIM」という。)の導入が検討されており、今後、情報流通を円滑に進める事は至上命題となる。

本報では建設生産システムの特性や実態を分析し、データ流通の観点から建設事業における最適なデータ活用を行えるような分析とそれに基づく対策を提案するものである。

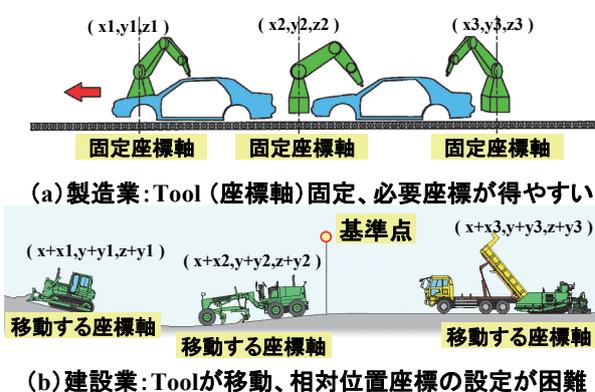
### 2. 目的

今回の報文では、発注者側で作成される設計データの活用を念頭に置き、建設分野における設計データ流通の現実と課題について分析し、今後のあり方を提言する。

### 3. 建設生産システムにおける情報流通の理想

一般的に、製造業での工場生産では、利用者のニーズや使用目的に合わせて設計図面を作成する。これは、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ の座標による表現で CAD などのツールを活用して表現された作成されている。そして、その設計図面は部材設計の元となり、部材設計における  $x$ 、 $y$ 、 $z$  座標がマシニングセンタなどのツールに入力され、部品が製作される。この部品を組み合わせて製品が作られるのが一連の流れである。

建設事業においても、コンサルタント等による設計図面を電子化し、工場生産と同等の流れで生



生産手段の違いによる作業座標の設定方法

図-1 座標の考え方の違い

産を行うべきというのが理想論と言えよう。まずは現実の建設生産システムへの適用性を考えてみたい。

### 3. 建設生産システムにおける情報流通の分類

建設事業は土、骨材、アスファルト、コンクリートその他の材料を使用して道路、トンネル、橋梁、堤防などの構造物を生産・提供するものである。

この中にはプレキャストコンクリート製品や鋼製品などの工場生産品と土構造物やアスファルト構造物などの現地施工品とが混在している。

このうち、プレキャスト製品や鋼製品については、2章に述べた工場生産品と同様の生産形態と考えられる。従って、工場生産と同等の生産方式の適用性は高い。つまり、設計図面が施工図面と同一である限り、座標管理で生産する事が可能である。

一方、土構造物やアスファルト構造物は工場生産ではなく現地生産の形態であり、地形が設計の

前提となる。このため、図面においてもベースマップとして地図（地形図）を利用している特徴がある。また、生産に際して絶対的な基準点を定める事が難しく、いわゆる測量基準点を設置して作業を行わなくてはならない。また、現地における環境変化や周囲との取り合いの中で設計変更される事が多くあるなどの特徴がある。したがって、工場生産と同様の生産形態をとる事には課題がある。

ここでは、前者を工場生産系システム、後者を現場生産系システムと呼ぶこととする。

#### 4. 情報化施工と現場生産系システム

日本では、以下の情報化施工が主流である。

- トータルステーションを利用した出来形管理
- 3D マシンコントロール（グレーダー、ブルドーザー）
- 3D マシンガイダンス（バックホウ）
- 2D マシンガイダンス（バックホウ）

これらのシステムは土工事や道路舗装の工事において最も活用されている。従って、情報化施工は現場生産系システムに属すると言える。

#### 5. 現場生産系生産システムにおけるデータ流通の課題の分析

4章に述べた通り、情報化施工でのデータ活用が進まない事は現場生産系システムの特性が影響

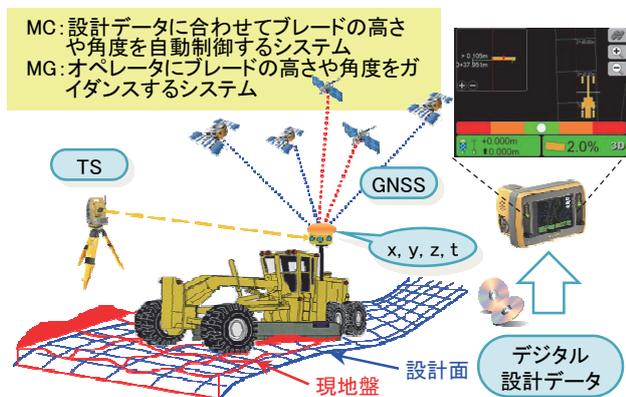


図-2 MC と MG 概念図



図-3 新旧の施工方法の違い

している。ここでは、現場生産系システムでどのような課題があるかについて、そこに内在する課題について分析を行う。

#### 5.1 設計図面縮尺における課題

ここでは、発注者の設計図面について、道路の設計を例にとって分析する。

設計コンサルタントは発注図面を発注者が定めた設計業務共通仕様書に基づいて作成する。道路の設計はおおむね以下の手順で行われる。

- 道路概略設計
- 道路予備設計 (A, B)
- 道路詳細設計

厳密に言えば、歩道の設計や平面・交差点の設計、一般構造物の設計などもある。

これらの設計においては、それぞれの段階で使用するベースマップの種類や縮尺に違いがある。代表的な差異について表-1に示す。

例えば、概略設計の路線図では市販地図を使う。平面図と縦断図には発注者から与えられた縮尺1/5000（概略設計 (A)）もしくは1/2500の地形図（概略設計 (B)）を使う。一方、詳細設計では路線図に市販地図を使うが、平面図と縦断図には実測した平面図や縦断図を使う。多くの場合、これらの尺度は1/500である。

これらの縮尺の違いはそれぞれの設計の目的の違いに起因している。道路概略設計は道路の路線自体を検討するために行うものである。道路詳細設計は「工事に必要な詳細構造を経済的かつ合理的に設計し、工事発注に必要な図面・報告書を作成する」ことを目的としている。

CALS/ECの取り組みでは、例えば概略設計の成果が予備設計、予備設計の成果が詳細設計に円滑に使用できる「前提」で成り立っている。しかし、現実には設計段階の目的の違いにより、ベースとする地図や縮尺の違いがある。当然ながら地形図はその主題性によって表現される内容は様ではない。同様に「縮尺」は、地図の拡大縮小の度合いだけでなく、主に表現する地物も表現していると言える。（近年GISの進展は目覚ましいが、拡大縮小が自由な電子地図では、「縮尺」という言葉は地図の「品質」を示す事として捉えられている。）また、都市計画図など市中に流通している地形図は数年に一度しか改訂されないため情報の新鮮度が低く、現実の地形とは変わってしまっている事が多々見られる。

道路の設計ではこのような地形図がベースマップに使用されているため、この地形図を使用する段階の設計は道路中心線の「検討」段階までの使用であり、具体的に構造物を設計する段階とは一線を画している。

表-1 道路設計業務の各段階の代表的な相違

	概略設計 (A、B)	予備設計 (A、B)	詳細設計
使用される ベースマップ 縮尺 設計の目的	地形図  1/5000 (A) or 1/2500(B) 道路の最適路線の検討	地形図もしくは測量図  1/1000 or 1/500 概略設計に基づく経済的、技術的判定によるルートの中心線の決定	測量図  1/1000 or 1/500 工事に必要な詳細構造を経済的かつ合理的に設計し、工事発注に必要な図面・報告書を作成する。

このため CALS/EC で想定された「前設計段階のデータをそのまま流用する (EDIT)」事はできない。現実にはベースマップを差し替え、その上に新たな構造物図面を作成する事は避けられない。

しかし、このときには前段階の設計データをアップデートして新たな図面を得る事はできないが、前の設計成果を生かす参照用のデータとしては活用できる可能性がある。例えば、CAD ソフト上で、あるレイヤーに道路概略設計図を表示させ、参考図として道路中心線の大まかな位置などを確認しながら重ねあわせた別レイヤーに予備設計図を作成して行くというイメージ (REFER) である。

このように、図面はそれぞれ目的や主題があり、その用途を達成するように作成されている。この目的などを確認しながら、データ資産を有効に活用することが最も重要である。

## 5.2 施工図における課題

道路詳細設計は発注者が行う最終段階の設計である。関東地方整備局発行の道路設計共通仕様書の第 6408 条によれば、この目的は「工事発注に必要な図面・報告書を作成すること」である。つまり、「工事の施工を行う際に必要な図面・報告書」を目的として作成されてははいない。

道路詳細設計の成果は工事発注手続きに使用する

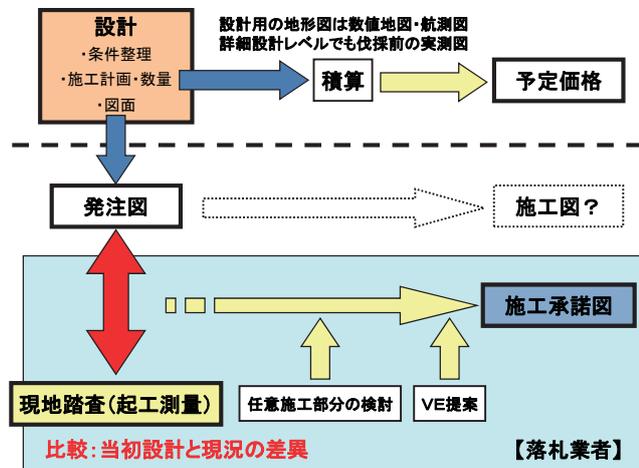


図-4 施工承諾図と発注図の違い

る「予定価格」の積算に使用される。この後、入札によって施工業者 (請負者) が決まる。

一般的には施工業者は与えられた設計図面の照査を行う。照査に当たっては、現地踏査を行い、あらたに起工測量を行う。これらの確認作業は発注者の設計確認の意味もあるが、実際の構造物を施工するために、より詳細に現地の情報を収集する意味がある。このため、設計時の測量よりも緻密な間隔で測量が行われる。

さらに、共通仕様書及び入札で示された特記仕様書における指示事項を除いて、施工業者で任意に工法や仮設を選択する事が認められている。このため、発注者が作成した道路詳細設計図は標準的な手法が示されているのみで、工事を行う際にどの方法をとるかは施工業者が検討の上、選択しなくてはならない。近年では Value engineering による入札契約方式やプロポーザル方式の入札契約方式が採用される事も多く、発注者が作成された設計は施工業者の提案で変わる。このようなプロセスを経て施工業者は修正設計を監督職員に提出し、監督職員はこれを確認する。ここで確認を受けた図面は通常施工承諾図と呼ばれる。

以上のような理由で、一般的には現場生産系システムでは施工承諾図は発注図面とは異なる事が多いと言える。道路土工が屋外で自然環境の中で行うものが主であることから、発注図段階ではまだ確定していない設計要素が多い。

## 5.3 施工の最適化行動における課題

道路工事では、土工が多く、構造物自体も土を使用する事が多い。土は他の土木材料と比較して均一性が劣り、設計で予測した強度や形状になるとは限らないため、圧密や沈下などの変化は施工を行う際には避けられない不確定要素である。

道路土工のような現場生産系システムで良質な構造物を施工するためには、このような不確定要素に対応し、その状況と設計を整合させる最適化、いわゆる「現場合わせ」が極めて重要になってく

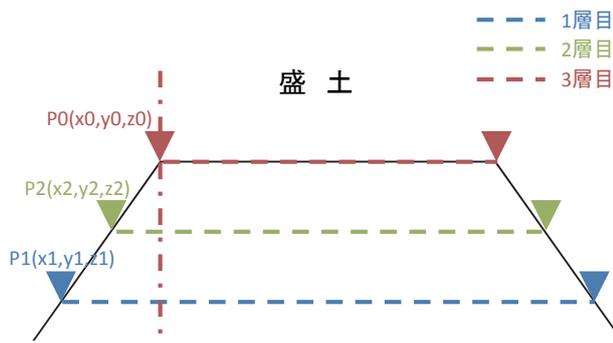


図-5 盛土工事の信息化施工に必要な座標

る。これは施工図面の変更を伴うものになるため、このような最適化作業を可能とするしくみ、つまり、道路土工などの現場生産計システムでは図面が変化し続ける事、言うなれば現地にとって最適な設計に進化し続ける点を考慮する必要がある。

#### 5.4 信息化施工データの作成における課題

一般的に、道路土工などの設計においては、道路の中心線などに基づいて、構造物の設計が行われるが、この設計は最終的な形状について主に作成される。これは、詳細設計の目的が施工の数量を明確に算出し、工事発注を行う、言うなれば予定価格の算出を行う事が必要であるためである。しかし、実際の施工においては、その途中形状でどのような施工を行うのか、段階的に詳細な施工計画が必要となる。

信息化施工を適用する場合には、この途中形状がどうなっているかを明確にしなくてはならない。つまり、信息化施工を実施するためには、段階的な施工図面が要求されることになる。(図-5)

#### 6. 現場生産系システムにおけるデータ流通の課題整理

以上の検討を基に、現場系生産システムのデータ流通に関する課題を整理すると、以下の通りである。

- ①発注図面は道路設計の基本的事項を含んでいるが、施工の観点では不確定要素を含んでおり、そのまま生産品の図面となる訳ではない。
- ②施工業者が作成する設計図、その後に監督職員の確認を受けた施工承諾図が施工の目的物を正確に示す。
- この他、
- ③施工現場の周辺環境が自然現象などによって変化する事が多く、その確認と調整(現場合わせ)を行う必要がある。
- ④信息化施工の実施に当たっては、最終形状だけでなく、施工段階別に目的物の座標を設定する必要がある。例えば、盛土の場合、1層ずつの形状

を信息化施工機器に入力しなければならない場合がある。

#### 7. 検討結果

前述の現実的問題に対処するためには、実際の施工を行うための図面は施工承諾図を作成し、実際に施工に当たる施工業者が作成する事が最適と考えられる。但し、発注者が指示する基本的事項、例えば道路中心線などについては発注者側から提供することができれば、施工図の作成に効果的である事が考えられる。(但し、提供するほどのデータ量にならない事も多いと思われる。)

万一、発注者側で信息化施工に使用するデータを作成し、施工不良が起こった場合、その責任が発注者に及ぶ恐れがある。日本では施工の責任は施工業者が担うことが原則であることから、施工に責任を持つべき施工業者がデータを作成する責任を持ち、発注者はそれを支援することが適切であると考えられる。

また、いくつかの施工業者は発注者が保有する設計データの貸与を望んでいる。これは発注者が現況測量などを詳細に行っている場合があったり、そういった関係データを参照の用途で使いたいのではないかと推察される。このように状況が様々であるため、施工業者の要望に応じて発注者が対応する対応が望ましいように考えられる。

#### 8. 結論

以上の通り、現場生産系システムの分野の工事では、屋外の自然の中で構造物を施工することから、その施工は自然と共存して行う必要がある。また、発注者が作成する設計は工事の発注のために必要な設計を行っているものであり必ずしも施工に有効とは言えない。

直近で信息化施工の普及を行うためには発注者側から設計図を3次元電子データとして提供するよりも、最終図面を作成する施工業者にゆだねる事の方が適切であると考えられる。

その一方で、工場生産系システム例えば橋梁や鋼構造を有する設備関係であれば、このような自然環境の影響は限定的であり、設計が固定されればデータを流通させる事は比較的容易と考えられる。

今後はこのような設計対象物がおかれた環境や設計の段階、それぞれの図面の主題や作成目的などを把握した上で建設分野のデータ流通環境を整える事を望みたい。

#### 参考文献

- 1) 藤野健一: 将来の信息化施工について, JCMA東北, 2011