

# 土木分野における寸法・注記の3次元表記の標準化

寺口敏生・青山憲明・川野浩平・関谷浩孝

## 1. はじめに

国土交通省では、測量から設計、施工、維持管理に至る建設プロセス全体を3次元モデルでつなぎ一貫通貫のデータ利活用を図ることでi-Constructionを「深化」させ、建設生産性の向上を目指す取り組みを進めている。

3次元モデルをインデックスとすることで、2次元図面では難しい高度なデータマネジメントの実現が期待される。しかし、異なる主体間での確に情報を流通させるためには、構造物等の形状を立体的に表現した3次元モデル本体に加えて、3次元モデルに付与する情報の形式等が標準化される必要がある。

国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、地方整備局等が実施する、設計業務や工事における3次元モデル活用の試行の取り組みとも連携しつつ、要領・基準類の整備を通じて、3次元モデルの導入促進に取り組んでいる。平成29年度には、3次元モデルを契約時の設計図書として用いることを念頭に、3次元表記の標準化等に関する研究を実施した。

本報文では、土木分野における3次元モデルの標準化の動向について概説するとともに、「3次元モデル表記標準<sup>1)</sup>（以下「表記標準」という。）」の作成に係る検討内容の解説を通じて、土木分野における寸法・注記等の3次元表記に関する標準化の研究成果を報告する。

## 2. 3次元モデルの標準化の動向と表記標準の必要性

3次元モデルの標準化に取り組むべき事項として、データ交換、プロセス、3次元表記等が挙げられる。

データ交換の標準化は、異なった3次元CADソフトウェアで作成したデータ間で交換を可能とするためのファイルフォーマットを定めるものであ

る。データ標準の国際標準として、bSI (building SMART International) が検討を進めているIFC (Industry Foundation Classes) がある。IFC4.0では、建築分野が主な対象となっているが、2020年には土木構造物も対象に含めたIFC5.0の策定が予定されている。

プロセスの標準化は、データをプロジェクトのライフサイクル全体で統一的に運用するためのルールを標準化するものである。プロセスの標準化の代表事例である英国の規格BS1192及びPAS1192-2は、国際標準化が進められている。

表記標準の標準化は、3次元モデルに寸法、注記情報等を付記するための規格を定めるものである。土木分野では、3次元モデルの表記に関する標準がないため、設計業務の契約時には、「CAD製図基準<sup>2)</sup>」に準拠した2次元図面を設計図書とし、3次元モデルは参考図書として扱わざるを得ない。このため、国総研では、土木分野において、3次元モデルを契約図書化し、単独の設計図書とすることを目的に、寸法・注記情報や管理情報等を3次元モデルに表記・表示したり付与したりするための基準の検討を実施した。

## 3. 他産業における表記標準の調査

### 3.1 既存規格間の関係及び特徴

土木分野における3次元表記の標準化を検討する際の参考として、既に3次元モデルのデータ交換が標準的に実施されている自動車や電気機器等の製造分野の状況を調査した。

3次元モデルに関する既存規格には、国際規格である「ISO 16792<sup>3)</sup>」、自動車業界の規格である「JAMA/ JAPIA 3D単独図ガイドライン<sup>4)</sup>」や電気機器・精密機器業界の規格である「JEITA ET5102<sup>5)</sup>」等がある。各既存規格の関係を図-1に示す。

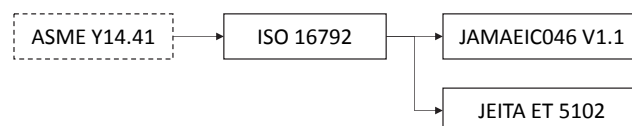


図-1 3次元表記に関する既存規格の関係

ISO 16792は、ASME (American Society of Mechanical Engineers) が作成した ASME Y14.41<sup>6)</sup>を基に検討された、3次元モデルを用いたデジタル製品技術情報全体に関する基準であり、3次元モデルに付与すべき製品情報やその構成に関して定められている。

ISO 16792を基に、各業界団体より、各業務プロセスで必要な情報を反映した標準が作成されている。例えば、日米欧の自動車工業界は共同で SASIG 3D Annotated Model Standard<sup>7)</sup>を作成し、特に日本独自の推奨方法や解説を加えて JAMA/ JAPIA 3D 単 独 図 ガイ ド ラ イ ン (JAMAEIC046 V1.1) を作成・公表している。また、日本の電気情報機器や精密機器業界は、業界で用いる3次元モデルの特徴を反映し、国内の規格である JIS B 0060<sup>8),9)</sup>との整合性も考慮しながら、JEITA ET 5102を作成・公表している。

上述の基準では、寸法・注記情報や管理情報等の構造物に関する情報を3次元表記した3次元モデルを3DA (Dimensional Annotated) モデルと呼称しており、本報文もこれに倣い、以降は本表記を用いる。

### 3.2 3DAモデルの情報構成

実運用されている国内規格の JAMA/ JAPIA 3D単独図ガイドラインの情報構成を図-2に、JEITA ET 5102の情報構成を図-3に示す。

図-2、図-3に示す通り、既存規格の3DAモデルの情報構成は、概ね共通している。これは、ISO 16792に準拠して基本構成を決定しており、用語や取り扱いを各分野の実状に合わせて調整しているためである。

既存規格で共通している要素を抽出すると、3DAモデルは、主に設計モデル、モデル管理情報及び製品特性の3種類の情報で構成され、ソフトウェアの機能の限界から、3次元モデルでは表現が困難な図面は、補足的に2次元図面が用いられる。3DAモデルを構成する各情報を以下に概説する。

設計モデルは、点、線及び面を用いて、製品の3次元形状を表現したモデル幾何形状と、幾何公差の真直度を表すライン等の要素を表現する補足幾何形状からなる。

製品特性は、形状モデルと関連付けて表示する寸法・注記等のアノテーションと、マウス操作等

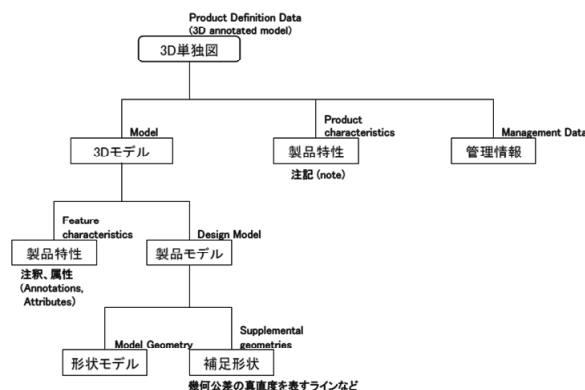


図-2 JAMA/ JAPIA 3D単独図ガイドラインの情報構成<sup>4)</sup>

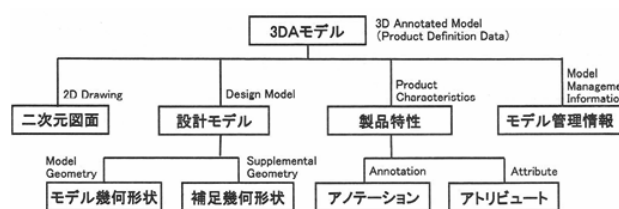


図-3 JEITA ET 5102の情報構成<sup>5)</sup>

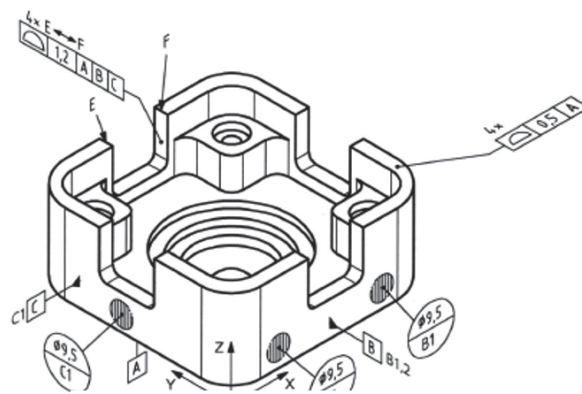


図-4 アノテーション平面を用いたアノテーション表示例<sup>3)</sup>

での照会を通じて表示するアトリビュートからなる。既存規格では、アノテーションとアトリビュートが扱う情報は共通している。

モデル管理情報は、製品名称、製品番号、使用個数、設計変更履歴、承認サインや日付等からなる、3DAモデルを確実に管理するために必要となるメタ情報である。

以上の情報を適切に連携することで、情報の作成者と使用者との間で、要求事項を確実にかつ効率的に伝達することが可能となる。

### 3.3 3DAモデルの表示

第3.2節に示された情報構成のモデルを表示する場合、既存規格ではアノテーション平面が用い

られる。アノテーション平面は、アノテーションを形状モデルに関連付けて作成・表示する場合に用いる、実際には存在しない概念的な平面である。ISO 16792に掲載されているアノテーション平面を用いたアノテーション表示例を図-4に示す。

形状モデルに関連付けられるアノテーション平面及びアノテーションの量に関する規定はなされていないが、ASME Y14.41では、「任意のアノテーション平面のアノテーションは、モデルがアノテーション平面に対して垂直に表示されている場合、同じアノテーション平面内の他のアノテーションとオーバーラップしてはならない」と定めている。また、JIS B 0060では、「寸法は、他の表示要求事項も含めて、できるだけ表示が重ならないように配慮するのがよい」とされている。このことから、アノテーションを表示する場合には、重複しないように配慮することが望ましい。

### 3.4 3DAモデルの利用状況

JAMA/ JAPIA 3D単独図ガイドラインやJEITA ET5102は、それぞれ自動車工業界や精密機器業界にて活用されており、それぞれの分野で用いる3次元CADソフトウェアが市販されている状況にある。また、各業界団体にて継続的に導入状況や課題の分析が実施されている。従来の標準では定義が十分でなかった幾何公差に関する規定が追記される等、各業界団体が積極的に3DAモデルを用いた業務の高度化と効率化を推進している。

## 4. 3次元表記の土木分野への導入に関する検討

### 4.1 土木分野における3次元表記の概要

第3章にて概説した3次元表記に関する基準を土木分野に適用することを検討した。土木分野での利活用を想定した3DAモデルの情報構成を図-5に示す。また、各情報の具体的な内容を表-1に示す。

表-1に示すような3DAモデルに付与した構造特性やモデル管理情報を受発注者間で共有する方法について、地方整備局や建設コンサルタント及びゼネコンにヒアリングしたところ、モデルを3次元投影するだけでなく、2次元図面と同様の見せ方で表示できる必要があるとの指摘があった。また、建設現場への導入を円滑化するため、従来のCAD製図基準で示される情報が遺漏なく記載されていることが望ましいとの指摘があった。そこ

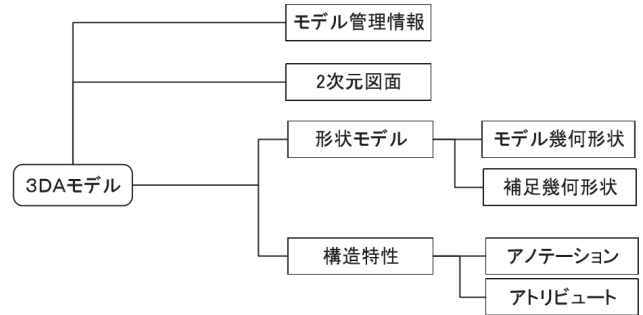


図-5 土木分野での利活用を想定した3DAモデルの情報構成

表-1 土木分野における3DAモデルの情報構成の例

分類	構造物を定義するために必要な情報	
1.形状モデル	モデル幾何形状	・3次元形状 ・座標系 等
	補足幾何形状	・範囲 ・方向性を示す線又は面 等
2.モデル管理情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モデル名 ・業務名/工事名 ・施設名</li> <li>・作成年月日 ・会社名 ・事業者名</li> <li>・ライフサイクル ・変更履歴 ・適用要領基準</li> <li>・座標系 ・3DA平面図一覧</li> <li>・2次元図面一覧 等</li> </ul>	
3.構造特性	アノテーション	・寸法 ・座標位置 ・設計条件 ・強度 ・材質
	アトリビュート	・参照規格 ・注記、補足説明 等
4.2次元図面	<ul style="list-style-type: none"> <li>※必要に応じて情報を2次元図面で表示。</li> <li>・位置図、応力図 等</li> </ul>	

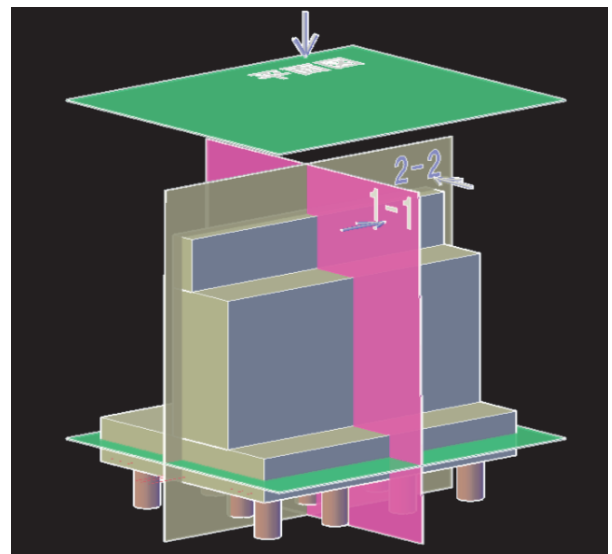


図-6 3DA平面位置図

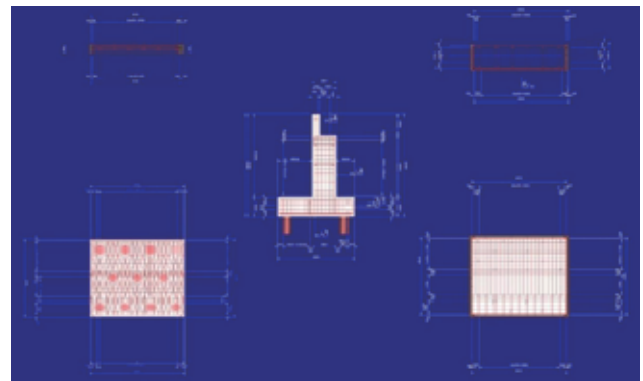


図-7 3DA平面図を印刷用に並べた例

で、3DAモデルから作成する図面として、3DA平面図を定義した。3DA平面図とは、形状モデ

ルと構造特性及びモデル管理情報を平面的に表示するため、3DAモデルから2次元の投影図または断面図を作成し、面に垂直な視点から表示した図面である。3DA平面図により、CAD製図基準を踏襲した方法で詳細な寸法・注記を表記することができる。3DA平面図を用いる場合は、3DAモデル上での位置関係を明確化するため、図-6に示すように、3次元投影図に重ねて3DA平面位置図を作成する必要がある。ソフトウェアが対応している場合は、図-7に示すように、3DA平面図を並べて配置して印刷しても良いこととした。

#### 4.2 3DAモデルの納品フォーマット

3DAモデルを設計成果とする場合、見読性、真正性及び保存性が確保されている必要がある。そこで、3DAモデルを電子納品するためのファイルフォーマットとして、PDF(3DPDF)或いは類似したファイル形式を用いることを提案した。また、PDFでは編集することが難しいため、参考図書としてオリジナルデータも合わせて納品することとした。

#### 4.3 今後の検討項目

平成29年度は、道路土工、河川土工と橋梁を対象に検討を行った。平成30年度は、CIM活用業務及び活用工事にて、表記標準の記述内容を検証するとともに、道路構造物、河川構造物やダム、トンネル等を対象に工種の拡大を図る予定である。

### 5. おわりに

平成30年度の「ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針<sup>10)</sup>」では、CIM活用業務及びCIM活用工事の実施要領にて、「契約図書化に向けたCIMモデルの構築」や「属性情報の付与」等が

実施項目として掲げられている。国総研では、これらのCIM活用業務及び活用工事にて、表記標準の記述内容を検証するとともに、対象に工種の拡大を図るとともに、大学、建設コンサルタント、ゼネコン、ソフトウェアベンダらとともに、建設現場の生産性向上に寄与する基準類の整備に取り組んでいく。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：3次元モデル表記標準(案)、2018 < [http://www.mlit.go.jp/tec/tec\\_tk\\_000037.html](http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000037.html) > (入手 2018年6月)
- 2) 国土交通省：CAD製図基準、2018 < [http://www.mlit.go.jp/tec/tec\\_tk\\_000037.html](http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000037.html) > (入手 2018年6月)
- 3) ISO：ISO 16792、2015
- 4) 日本自動車工業界 電子情報委員会、日本自動車部品工業会 電子情報化委員会：JAMA/ JAPIA 3D 図面ガイドライン 3D単独図ガイドライン JAMAEIC046 V1.1、2009
- 5) 電子情報技術産業協会：JEITA ET-5102；3DAモデル規格 データ系 JAITA普通幾何公差 簡略形状の表示方法について、2015
- 6) ASME：ASME Y14.41-2012；, 2012
- 7) SASIG：SASIG 3D Annotated Model Standard, 2008
- 8) 日本工業標準調査会：JIS B 0060-1 デジタル製品技術文書情報-第1部：総則、2015 <<http://www.jisc.go.jp/index.html>>、(入手 2018.8.1)
- 9) 日本工業標準調査会：JIS B 0060-2 デジタル製品技術文書情報-第2部：用語、2015 <<http://www.jisc.go.jp/index.html>>、(入手 2018.8.1)
- 10) 国土交通省：ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針、平成30年度向け「ICTの全面的活用」を実施する上での技術基準類、2018 < [http://www.mlit.go.jp/tec/tec\\_tk\\_000037.html](http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000037.html) >、(入手 2018.8.1)

寺口敏生



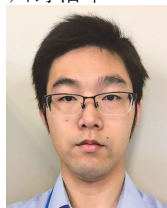
国土交通省国土技術政策  
総合研究所社会資本マネ  
ジメント研究センター  
社会資本情報基盤研究室  
研究官、博士(情報学)  
Dr.Toshio TERAGUCHI

青山憲明



国土交通省国土技術政策  
総合研究所社会資本マネ  
ジメント研究センター  
社会資本情報基盤研究室  
主任研究官  
Noriaki AOYAMA

川野浩平



国土交通省国土技術政策  
総合研究所社会資本マネ  
ジメント研究センター  
社会資本情報基盤研究室  
研究官、博士(情報学)  
Dr.Kouhei KAWANO

関谷浩孝



国土交通省国土技術政策  
総合研究所社会資本マネ  
ジメント研究センター  
社会資本情報基盤研究室  
長、博士(工学)  
Dr.Hiroataka SEKIYA