

(12) 自動車産業における3次元アノテーションモデルに対する調査と土木構造物への適用

城古 雅典¹・森脇 明夫²・有賀 貴志³・宮本 勝則⁴・矢吹 信喜⁵

¹正会員 国土基盤モデル研究会 (〒191-0011 東京都日野市日野本町3-8-3)

E-mail:jiyouko.m@jcity.maeda.co.jp / contact@inframodel.org

²非会員 ダッソー・システムズ株式会社 建築・建設業界担当

(〒141-6020 東京都品川区大崎2丁目1番1号ThinkParkTpwer20F)

E-mail:akio.moriwaki@3ds.com

³正会員 国土基盤モデル研究会 (〒191-0011 東京都日野市日野本町3-8-3)

E-mail:t.aruga@conport.jp / contact@inframodel.org

⁴正会員 一般財団法人日本建設情報総合センター (〒107-8416 東京都港区赤坂7-10-20)

E-mail:miyamotk@jacic.or.jp

⁵フェロー会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail:yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

国土交通省が推進しているCIMやi-constructionは3次元モデルを前提としているが、3次元モデルに付加するアノテーションについては、土木分野では基準もなく、市販の3次元CADに依存している。

本研究においては、3次元情報技術の利用が進んでいる自動車産業を対象とした3次元アノテーションモデルに対する調査を行った。その結果、自動車産業ではISO 16792に準拠して3次元アノテーションモデルを作成していることが分かった。そこで、ISO 16792を調査し、土木構造物の3次元アノテーションモデルを作成する際、準拠すべき事項を抽出することができた。

Key Words : 3D annotated model, annotation, attributes, SASIG, ISO 16792

1. はじめに

国土交通省が推進しているCIM (Construction Information Modeling)¹⁾では、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルに連携・発展させ、併せて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としている。また、i-Construction²⁾では、3次元モデルやICTの全面的な活用等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図ることにより、建設現場を魅力あるものにするを目的としている。

3次元モデルについては、さなぎまな属性 (Attributes) を付与する研究³⁾やIFC (Industry Foundation Classes) によるデータ交換に関する研究⁴⁾は行われてい

る。しかしながら、3次元モデルの情報伝達に重要な役割を担うアノテーション (Annotation: 注釈) については、平成29年3月に公表されたCIM導入ガイドライン (案)¹⁾においても具体的には規定されておらず、3次元モデルの作成基準も策定されていないため、市販の3次元CADに依存しているのが現状である。

2. 既往の研究

我々は以前より3次元情報技術の利用が進んでいる製造業の現地調査や文献調査を通じて、土木事業への他分野3次元モデルの適用に関する研究^{5) 6)}を行ってきた。

そこで、本研究においても、製造業の中でも3次元情報技術の活用が進んでいる自動車産業を対象とした、3次元アノテーションモデルに対する調査を行い、土木構造

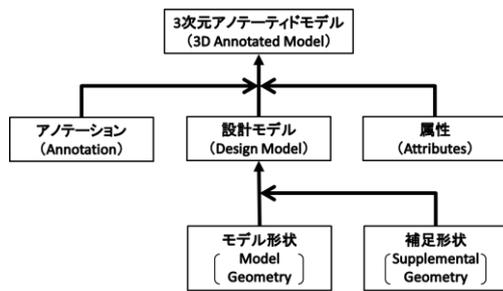


図-1 3次元アノテティドモデルの構成

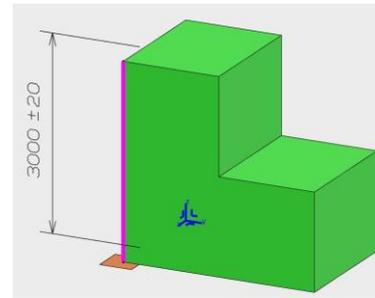


図-2 3次元アノテティドモデル

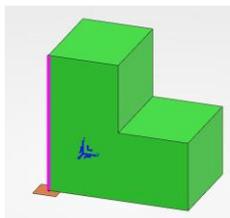


図-3 設計モデル

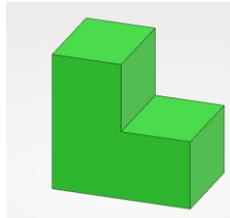


図-4 モデル形状



図-5 補足形状



図-6 アノテーション



図-7 属性

物への適用に関して提案を行うこととした。

している⁷⁾。

3. 3次元アノテティドモデルとは

(1) 3次元アノテティドモデルの構成

図-1は3次元アノテティドモデルの構成を示したものである。3次元アノテティドモデルは、設計モデル (Design Model) に、アノテーション (Annotation) と属性 (Attributes) を付加したものである。そして、設計モデルは、3次元空間内の形状をコンピュータ内部に表現したモデル形状 (Model Geometry) と、設計要件を伝えるためのプロダクト定義に含まれる幾何学的要素ではあるが、製造されたプロダクトの一部を代表することにはならない補足形状 (Supplemental Geometry) から構成されている⁷⁾。なお、図-2から図-7は3次元アノテティドモデルの事例を示したものである。

また、3次元アノテティドモデルは3次元単独図と訳されている場合が多いが、英語表記は「モデル」であることと、「図」は紙に出力された2次元図面をイメージしてしまうため、本研究では3次元アノテティドモデルと表現することとした。

(2) アノテーションと属性の違い

アノテーションとは、手動、或いは外部操作の無い可視的なテキスト記号で表した寸法、公差、注記のことを意味しているのに対し、属性とは、プロダクトの定義を行う上で、可視的ではないが、モデルに問い合わせを行って入手することができるプロダクトの特徴、つまり、製品特性の中の製品の特長と性質を表すものを定義する上で必要となる寸法、公差、注記又は記号のことを意味

4 自動車産業における3次元アノテティドモデルの規格

自動車産業では、SASIG 3D Annotated Model Standard⁸⁾ (以下、サングのスタンダードと呼ぶ) に準拠して3次元アノテティドモデルを作成していることが分かった。

サングのスタンダードの前書きには、「自動車産業により開発されたこのスタンダードは、すべての産業に適用可能」との記載があるため、建設分野への適用も可能であると考えられる。また、序文には、「今日の製図 (Drawing) には、3次元モデルと2次元図面が混在しているが、将来的な製図は必要な製品部品の情報をすべて含んだ3次元アノテティドモデルのみになるであろう」との記載があるため、作成された2008年当時は、3次元モデルと2次元図面の併用を前提としている。そして、サングのスタンダードは、ISO 16792⁹⁾ で扱っていない情報を扱っているとの記述があったため、本研究では土木構造物の3次元アノテティドモデルを作る際、ISO 16792に記載されたどのような項目を準拠しなければならないかと言った視点で調査を行うこととした。

5. ISO 16792

ISO 16792は、技術的な製品マニュアル [デジタル製品定義データの実践] (Technical product documentation [Digital product definition data practices]) について記載されており、目次構成は以下の通りである。

表-1 第5章 データセットの要件

No.	ISO 16792に準拠すべき事項
5-1	すべてのモデルの値と決定された寸法は、モデルから得られなければならない。
5-2	モデルがアノテーション面に垂直に描写される場合、アノテーション面に与えられるアノテーションは、同じアノテーション面中の他のアノテーションと重なってはならない。
5-3	モデルがアノテーション面に垂直に描写される場合、アノテーション面に与えられるアノテーションの文字は、設計モデルと重なって配置されてはならない。
5-4	軸測投影図では、アノテーションの方向は、それが適用される表面と、平行、垂直、一致しなければならない。アノテーションは、他のアノテーションや幾何学表現された部分と重なってはならない。
5-5	設計モデルは、一つ以上のモデル座標方式を含まなければならない。
5-6	モデル座標方式は、3つの軸の交点に位置する原点を有する3つの相互に垂直な線分で描かなければならない。
5-7	各軸はラベル表示され、正の方向が示されなければならない。
5-8	モデル座標方式は、特に指定されない限り、右利きの座標方式でなければならない。
5-9	補足形状が使用される場合、補足形状とモデルの形状は、明確に区別されなければならない。
5-10	すべての切り口は、設計モデルと同じ縮尺を有さなければならない。
5-11	切断面の表現は、位置の表示と切り口の見ている方向を使用しなければならない。切断面の縁は、実線または一点鎖線としなければならない。モデル内のすべての切断面を確認する手段が利用できなくてはならない。可視描写の矢印または矢印は、描写された切り口の方向を示すことを含まなければならない。大文字または文字は、切断面の識別のために使用されなければならない。
5-12	切り口の切断の結果は、部品から材料が除去されて示されるか、部品とともに横切っている切断面から生じるモデル上に置かれた曲線のディスプレイ表示によって示される。

表-2 第6章 設計モデルの要件

No.	ISO 16792に準拠すべき事項
6-1	設計モデルは、例えば、最小値、最大値、平均値のような、明示された寸法の条件から得られた理想的な形状の製品として表現される。
6-2	寸法の条件は一般的な注記に明示されなければならない。
6-3	設計モデルは、1:1の尺度を使用してモデル化されなければならない。
6-4	設計モデルの有効桁数は、データセットに明示されなければならない。
6-5	モデルは、部品の完全な定義を提供するための要求された、形状、属性、アノテーションを含まなければならない。

表-3 第7章 製品定義のための共通要件

No.	ISO 16792に準拠すべき事項
7-1	ディスプレイ表示の管理には、種類や選択条件によって、完全なアノテーションのディスプレイ表示を、表示、非表示にする機能を含んでいなければならない。
7-2	ディスプレイ表示のハードコピーは、要求があり次第、利用できなければならない。
7-3	ハードコピーを設計図として使用することが意図されている場合、利用する製図の基準を満たさなければならない。
7-4	属性は、付加的な情報を取得するために使用されるが、使用している形状やモデルのアノテーションの中には示されない。
7-5	属性は、要求があり次第、利用可能でなければならない。
7-6	属性は、テキスト記述、フォーム、または他の技術を使用して提示しなければならない。
7-7	アノテーション平面の方向は、モデルが3Dで操作されると同様に、モデル形状に関連して、維持されなければならない。
7-8	形状が回転すると同様に、テキストが相応して回転する。
7-9	引出線の終端は、表面をさし示す引出線を使用して、基準線上に矢印で配置する。
7-10	表示された要素が面である場合には、引出線は、表面の範囲内で点で終了するものとする。
7-11	描写された線の要素に向かう引出線は、矢印で終了するものとする。
7-12	モデル座標方式は、図の方向を示す、それぞれの軸測投影図の中に含まれなければならない。
7-13	断面図は、軸測投影図から作成することができる。断面図は、正投影または軸測投影とすることができる。
7-14	切断面の表現は、配置と切り口の表示している方向の表示に使用されなければならない。切断面の縁は、直線または一点鎖線でなければならない。目に見える、表示している矢印または矢印は、切り口が表示された方向を示す必要がある。
7-15	切り口の切断の結果は、部品から材料が除去される、または、部品の切断面との交差から生じる図に重ねた線のディスプレイ表示によって示される。
7-16	軸測投影図から提供された切り口は、元の表示と同じ方向で描かれるか、製図の表示されている平面の描いた切り口に回転させることができる。

表-4 第8章 注記と特別な注釈

No.	ISO 16792に準拠すべき事項
8-1	一般的な注記、旗揚げ注記、特別な注釈が、モデル内に配置されている場合、それらはモデルと回転しない単一のアノテーション面上に配置されなければならない。このアノテーション面は、アノテートドモデルのディスプレイ表示のために利用できなければならない。

表-5 第9章 モデル値と寸法

No	ISO 16792に準拠すべき事項
9-1	決定された寸法を得るためには、モデル値は、設計で要求される小数位に丸められなければならない。
9-2	すべての決定された寸法は、絶対値でなければならない。

- 1) 適用範囲
- 2) 引用規格
- 3) 用語と定義
- 4) データセットの識別と制御
- 5) データセットの要件
- 6) 設計モデルの要件
- 7) 製品定義データのための共通要件
- 8) 注記と特別な注釈
- 9) モデル値と寸法
- 10) データム（位置の決定に用いる基準）の適用
- 11) 幾何公差
- 12) 溶接
- 13) 表面性状

ノテートドモデルを作る際、準拠すべき事項を示すことができた。今後は、ISO 16792に準拠した土木構造物の3次元アノテートドモデルを作成し、アプリケーションがどの程度、適用可能か調査する予定である。

謝辞：システム提供とモデル作成に協力頂いた、ダッソー・システムズの清水氏、和泉氏、及び、様々な意見を頂いた、土木学会 土木情報学委員会 建設3次元情報利用研究小委員会 3D Annotated Model WGの各委員に感謝する。

参考文献

- 1) CIM 導入ガイドライン（案）第1編 共通編：<<http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/guide01.pdf>>（入手2017.5.10）。
- 2) i-Construction~ 建設現場の生産性革命~：<<http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>>（入手2017.5.10）。
- 3) 杉浦伸哉，後藤直美，畑浩二，藤岡大輔：山岳トンネル施工 CIM から維持管理 CIM の流れ 山岳トンネル施工 CIM 納品事例，土木情報学シンポジウム講演集，Vol.40，pp.29-32，2015。
- 4) 矢吹信喜，志谷倫章：PC 橋梁の3次元プロダクトモデルの開発と応用，土木学会論文集，pp171-187，2005.3。
- 5) 城古雅典，森脇明夫，有賀貴志，石川和弘：製造業における3次元情報技術の導入効果と土木分野への適用に対する考察，土木情報学シンポジウム講演集，Vol.40，pp45-48，2015。
- 6) 城古雅典，森脇明夫，有賀貴志，石川和弘，福士直子：公共土木工事への3次元情報技術の適用に対する提案，土木学会論文集 F4（建設マネジメント），Vol.72，No.4，I_135-I_144，2016。
- 7) JAMA/JAPLA 3D 図面ガイドライン：<http://www.jama.or.jp/cgi-bin/it/download_01.cgi>（入手2017.5.10）。
- 8) SASIG 3D Annotated Model Standard：<http://www.jama.or.jp/cgi-bin/it/download_04.cgi>（入手2017.5.10）。
- 9) ISO 16792：2015

6. 土木構造物への適用

本研究のISO 16792の調査範囲としては、実質的な要件が書かれている5章以降の、5) データセットの要件、6) 設計モデルの要件、7) 製品定義データのための共通要件、8) 注記と特別な注釈、9) モデル値と寸法を調査対象とし、従来の土木構造物の図面には適用されていない、10) データムの適用、11) 幾何公差、12) 溶接、13) 表面性状については除外することとした。章ごとに抽出された準拠すべき事項を表-1から表-5に示す。なお、ISO 16792は英語表記のため、表には我々が日本語表記に翻訳したものを記載している。

7. まとめ

本研究において、自動車産業における3次元アノテートドモデルが、シングのスタンダードに準拠していることが分かった。また、シングのスタンダードは、ISO 16792で扱っていない情報を扱っているとの記述があったため、3次元アノテートドモデルを考える上で、ISO 16792が最も重要な基準であることが分かった。また、ISO 16792を調査したことにより、土木構造物の3次元ア