

(14) 2 次元 CAD 道路図面からの 3D 単独図作成の試み

An Approach of Development of 3D Annotated Models from 2D Road Drawings

西木也寸志¹・矢吹信喜²

Yasushi NISHIKI, Nobuyoshi YABUKI

抄録：製造業分野では、3次元モデルと2次元図面の両方を作成することによる諸問題を解決するために3D単独図を作成する動きが盛んである。一方、土木分野では3次元モデルの作成そのものが実務では遅れていたが、今後3次元モデル作成が推進されると予測される。そうなれば製造業分野と同様、3D単独図が必要となると考えられる。しかし製造分野と異なり、道路などの構造物では2次元図面を描いてから3次元モデルを作成することになると考えられることから、本研究では、道路構造物を対象として、2次元CAD図面から3D単独図を作成、さらに3次元モデルを策していく方法を提案する。本論では、簡単な道路構造物を対象に提案する手法の検証結果を紹介する。

キーワード：3D単独図、道路、3次元モデル、2次元図面

Keywords：3D annotated model, road, 3D model, 2D drawing

1. はじめに

航空機や自動車などの製造業においては、1970年代から3次元CADの本格的な利用が始まり、設計、解析、製造を統合化したCIM（Computer-Integrated Manufacturing）が一般的となっている。しかし、全ての業務を3次元CADモデルのみで行うことはできず、例えば、寸法公差や仕上げ記号等の注釈、表面処理等の注記等は2次元図面で表現せざるを得ないのが現状である。そのため、3次元モデルと2次元図面の両方を作成しなければならないといった工数増加やモデルと図面との間の不整合といった問題が指摘されてきた。そこで、2次元モデルで表現せざるを得なかった寸法公差や仕上げ・表面処理等の注釈・注記を3次元モデルデータ上で表現できるようにした「3D単独図（3D Annotated Model）」が注目され、ASMEや日本自動車工業会などで3D単独図の標準化や活用ガイドライン等が策定されつつある。3D単独図を用いることにより、工数増加や不整合の問題が解決されると期待されている¹⁾。

一方、土木分野に目を転ずると、研究分野では進んではいるものの、実務においては3次元CADに利用すら一般的になっておらず、建築分野で始まったBIM（Building Information Modeling）をようやく土木分野でも実現しようと検討し始めたところである。従って、3D単独図などはまだ土木分野には関係ないと思われるかも知れない。しかし、道路や橋梁等を3次元CAD

でモデル化したカラーの図を見れば、確かに形状のイメージはつかみやすいものの、各種寸法や材料などを知るためには、何らかの寸法線や引き出し線などが3次元モデルの図に必要であることに気づくであろう。従って、遠からず土木分野でも3D単独図が必要になると予測される。

3D単独図は、製造業分野では3次元モデルをまず先に作成し、3次元モデルのビューに寸法線を表示させたり、仕上げや表面処理等の注釈（アノテーション）を技術者が書き加えることによって作成している。しかし、道路のような土木構造物を対象とした場合、そもそもいきなり3次元モデルを作成するということは現状では困難であり、まず2次元図面を作成し、その後3次元モデルを作成することになる。その3次元モデルのビューにアノテーションを書き加える際には結局、2次元図面を参照することになる。加えて、多くの場合、道路のような構造物に求められる3D単独図の情報は2次元図面に記載されていることと同様なものであることを考えると、作業としては無駄な部分が多い。

そこで、本研究では道路構造物を対象として、2次元図面から3次元単独図を作成するとともに3次元単独図から3次元モデルを作成する方法提案するものである。これによって、現状に即した3次元モデルの作成と利活用が効率的に可能になるものと考えられる。

1：非会員 日本工営株式会社 技術本部 技術企画部 情報基盤センター
(〒102-8539 東京都千代田区麹町 5-4, Tel: 03-3238-8030, Email: a5791@n-koei.co.jp)
2：正会員 Ph.D. 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, Tel: 06-6879-7660, E-mail: yabuk@see.eng.osaka-u.ac.jp)

2. 2次元 CAD 図面から 3D 単独図を作成する方法

前提条件として、道路構造物の 2 次元 CAD 図面（平面図、縦断面図、横断面図など）が完成しているとする。
まず、図面データから 3 次元モデルに不要な図枠や表題等の部分を削除した後、座標系、図面の尺度や単位など、図面間で異なる部分があれば統一する。

図-1 に示すような 2 次元 CAD 図面の平面図を 3 次元 CAD ソフトウェアにコンバートし、道路の横断面が描かれている横断線を鉛直上方向に引き延ばすことにより横断面を配置する横断基準面（アノテーション平面）を作成する（図-2）。各横断基準面の標高に合致するように、図-3 に示すような対応する 2 次元 CAD 横断面図を配置する（図-4、図-5）。横断面図や平面図には寸法線や断面の番号等の情報が付加されており、CAD 内のレイヤーが構造線とは別に管理されている。

このようにして作成された 3 次元モデルは、道路の 3D 単独図と認識することができる（図-6）。

3. 3D 単独図から 3 次元モデルの作成

前章で作成した 3D 単独図から構造線等のレイヤーを表示し、寸法線等のレイヤーを非表示にする。次に、連続的に並ぶ横断面群（図-7）と地表面データから TIN（Triangulated Information Network）を発生させ、

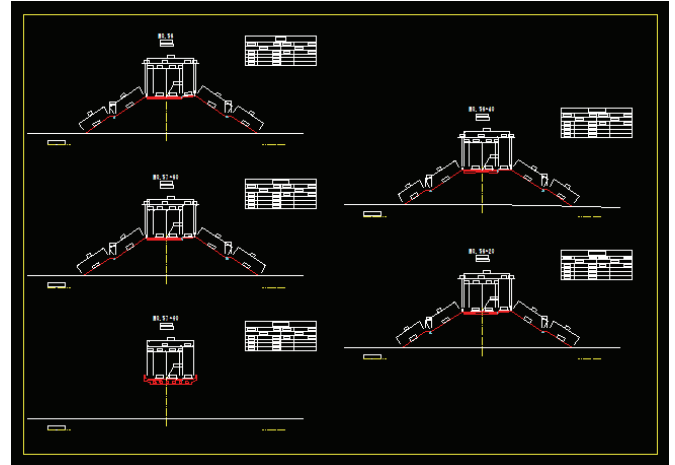


図-3 道路の横断面図

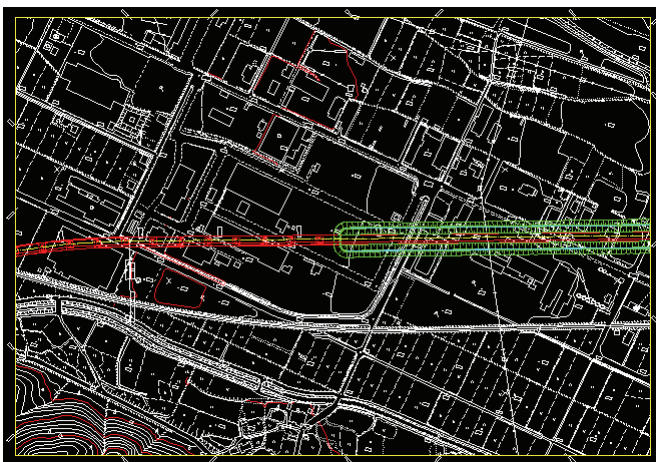


図-1 道路の平面図

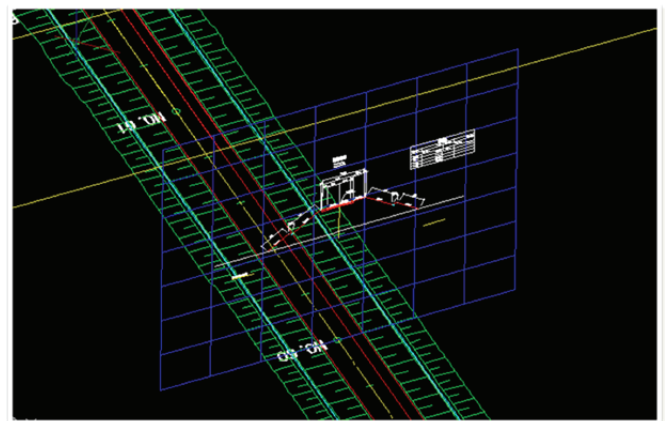


図-4 道路の横断面図を横断基準面に標高を合わせて配置

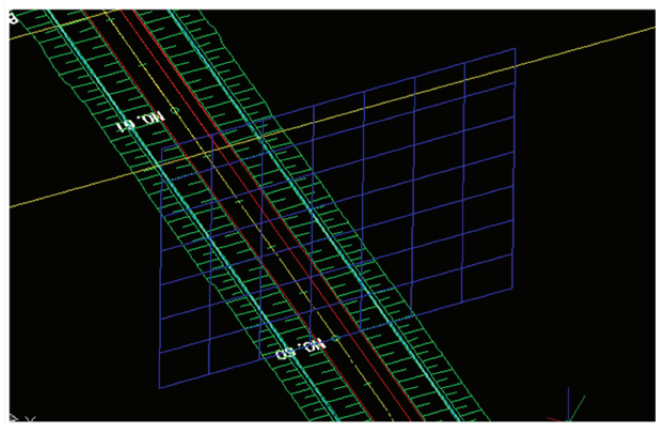


図-2 平面図上に設けた横断基準面

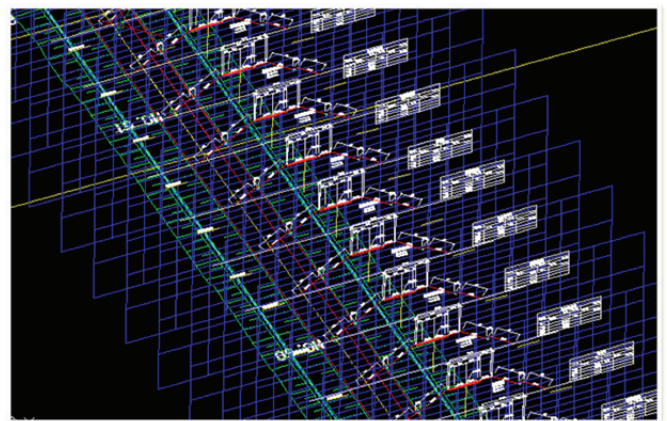
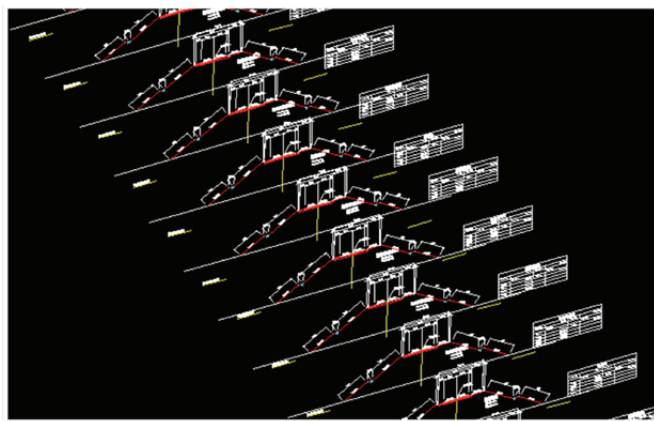


図-5 各横断面を配置したモデル図

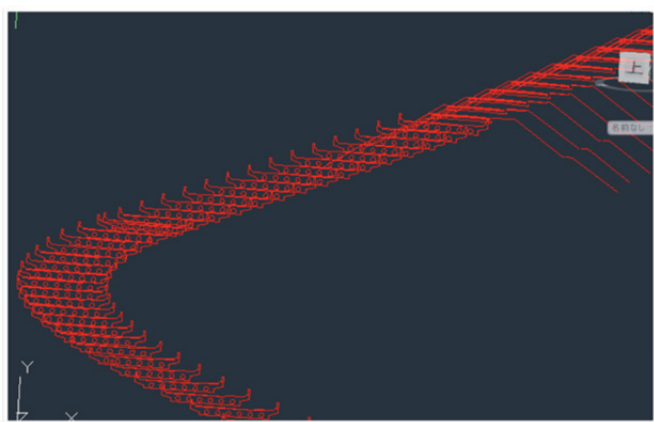
サーフェスデータとする（図－8）．次に，サーフェスデータをカラーシェーディングによりレンダリングする（図－9）．2次元CAD図面と3次元モデルを同時にレンダリングした図を図－10に示す．

4. 実行可能性の検証

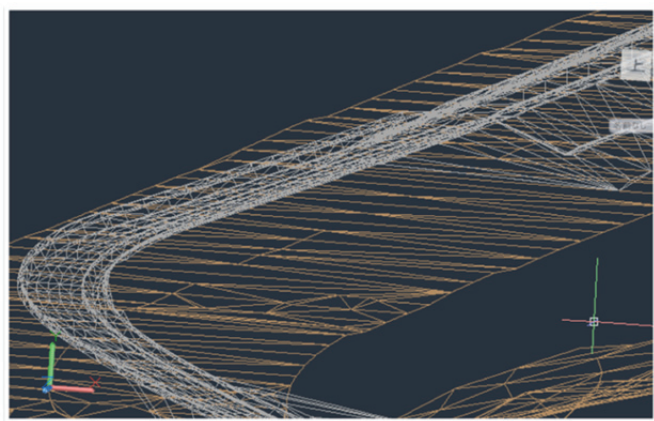
本研究で提案する手法の実行可能性を検証するために，AutoCADで作成された道路の2次元の図面（平面



図－6 道路構造物の3D単独図



図－7 盛土部と橋梁部を含む横断面モデル



図－8 横断面と地表面からTINを発生させた

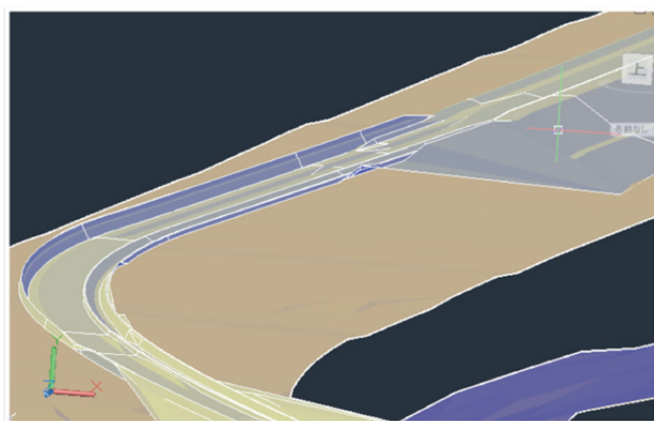
図3枚，断面数100個）データを基に，3D単独図と3次元モデルをAutodesk Civil 3Dを用いて作成した．作成に要した時間は約16時間であったが，今後，こうした作業の一部をプログラム化していけば，作業効率は高まり，時間は短くなると考えられる．但し，データサイズが大きくなると，CADソフト上の処理速度が低下し，スムーズに作業が進まなくなる場合があった．データ量に応じた高性能なコンピュータが必要になることがわかった．

しかし，座標系の設定などを行えば，2次元感覚で3次元モデルを作成することができることから，本格的な3次元モデルの作成や利用の前段階である過渡期において，効果的な役割を果たすことができると評価された．

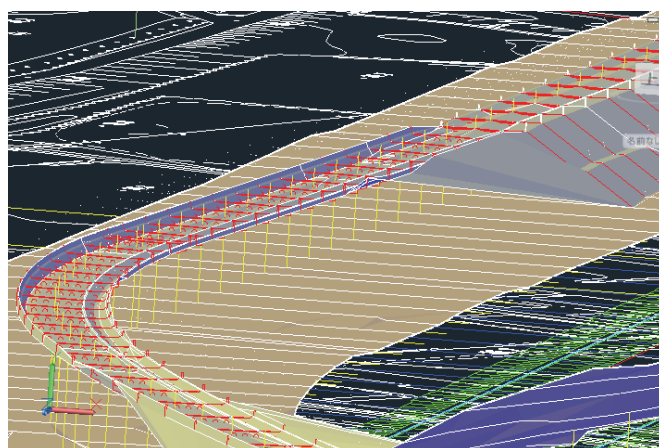
5. 結論

本論の結論を以下に記す．

- ・ 製造業分野で利用されつつある3D単独図が土木分



図－9 TINからサーフェスを発生させ，シェーディングによりカラーレンダリングした図



図－10 3次元モデルと2次元CAD図面からのモデルを同時に表示した図

野でも将来必要になる可能性を示唆した。

- ・ 土木分野のうち道路構造物を対象として、2 次元 CAD 図面から 3D 単独図および 3 次元モデルを作成することが、当面は妥当であることを考察した。
- ・ 道路の 2 次元 CAD 図面から 3D 単独図と 3 次元モデルを作成する手法を提案した。
- ・ 本手法の実行可能性を、実例を通して検討し、効果的な役割を果たせると評価した。

今後の課題としては、具体的なシステム化を図り、より効率的なシステムを開発していきたいと考えている。

謝辞：2 次元 CAD 図面の作成に当たっては、川田テクノシステム株式会社の尾畑圭一様にご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本 PTC/USER 会：「3 次元（3D）図面」効果と課題，日本機械学会誌，Vol.110, No.1062, pp.404, 2007.5.