

氏名 竹本 憲充

(※論文提出者の氏名を記入)

主論文審査の要旨

建設事業のライフサイクルは、調査・設計・積算・施工・維持管理のプロセスに分けられ、これらの各プロセスに関与する関係者は、調査会社、測量会社、設計会社、建設会社など多岐にわたっている。建設事業を進める課程で、これらの関係者間で膨大な工事情報の受け渡しが行われるが、この情報は主に図面や帳票など紙媒体として情報流通・管理がなされてきた。

このような紙媒体での情報を受け渡しでは、多数の建設プロジェクトの関係者間で情報の受け渡し、共有がされにくく、受け渡しの課程で各業務プロセスにおいて創出される情報の省略・欠落が生じやすいという問題があった。そのため、建設プロセスをまたいで、必要な情報を電子化し、円滑にかつ欠落無く流通・共有できる環境の構築が必要とされていた。このような背景から、国土交通省では十数年前から建設 CALS/EC をはじめとして、工事情報の電子化、工事関係者間でのデータ流通・再利用による建設事業全体の効率化をプロジェクトとして進めてきた。しかし、プロジェクト開始から 10 年余り経過した現在でも、設計・施工の現場では、これらの取り組みによる効果を実感できるには至っていない。これは、CALS/EC で流通しているデータが従来の紙媒体で流通していた図面等の pdf データ化したものに過ぎず、CALS/EC の当初の理念であった電子情報の再利用や共有による業務改善がそもそも実現し得ないためである。CALS/EC の問題点を踏まえ、国土交通省では、昨年度より CIM (Construction Information Modeling) と呼ばれる概念の導入により、受発注者間のデータ流通を円滑化するプロジェクトを開始した。

CIM とは、建築分野で普及しつつある BIM (Building Information Modeling) の概念を土木分野に応用したものであり、3D-CAD 等で作成した建設対象構造物および現況地形の三次元データモデル上に、調査、設計、施工、監督検査、維持管理、更新といった建設ライフサイクルの各プロセスで生じる情報を属性情報として記録し、これを共有、管理、可視化する手法のことである。建設プロジェクトに係わる全ての関係者間で三次元モデルを介した情報共有を行うことにより建設プロジェクト全体の業務改善を目指している。しかし、本検討の開始直後から、既の実現に向けて解決すべき課題が数多くあげられている。特に、建設事業のライフサイクル全般にわたって構造物および地盤に関する情報を属性情報として保持出来る適切な建設用プロダクトモデル

が未だ確立されておらず、設計から施工へのデータの流通が難しい状況になっている。

本研究では、まず、電子情報による公共工事の効率化に向けた取り組みの全体像を概説した上で、三次元データモデルを軸とする建設プロジェクト全体での情報共有、効率化を阻害している制度面、技術面の課題について整理した後、技術面の課題への解決手段として、建設プロジェクト向けの合理的なプロダクトデータモデルである「立方体地盤モデル」を提案および本モデルの運用方法を提案する。

次に提案した立方体地盤モデルを、実際の建設プロジェクトにおける設計、施工計画、施工の各プロセスに活用し、本データモデル導入による現場適用性、導入効果を検証する。

第 1 章では、電子情報の利活用、流通による建設プロジェクトの効率化に向けた国土交通省の取り組みである CALS/EC および CIM の全体像を研究の背景として概説した上で、本論文の目的及び概要、構成についてまとめる。

第 2 章では、建設分野において用いられている地盤のプロダクトモデルの現状や、主として数値解析の分野で用いられているボクセルモデルに関する既往研究を調査した。さらに製造業の分野で実現しているボクセルモデルを核とした製品開発プロセスを紹介し、これを建設分野に応用するために必要となる、建設用プロダクトモデルに必要な要件を整理する。

さらに、CIM の導入による建設プロジェクト全体の効率化を阻害している要因を、制度面、技術面に着目して整理を行う。

第 3 章では、前章での検討成果を踏まえ、CIM の一部をなす、合理的な地盤プロダクトプロダクトモデルに求められる要件を明らかにした上で、これらの要件を満足する土木構造物およびその基礎部分をなす地盤を対象とした合理的なプロダクトモデルである「立方体地盤モデル」を提案する。

第4章では、提案した立方体地盤モデルの有効性を検証するために、分水路の概略設計への活用を試行的に実施し、現行のサーフェイスデータを用いる手法と比較して、概略設計モデル作成が迅速化することによる検討ケースの多数化が実現することを実証する。さらに、三次元地盤モデルの属性情報として、土質、コスト等の情報を入力することにより、土工量、経済性、斜面の安定性等の複数の要素に対する比較検討が行えることを実証する。

第5章では、提案した三次元地盤モデルの、機械土工現場における土運搬作業の運搬経路検討への適用性を検証する。検証には、実現場における地形・地質分布の情報を用い、本モデルを用いた作業工数シミュレーションに見出した最適な運搬経路と、実現場における実際の運搬経路との比較により、迅速に経済性に優れた運搬経路(案)が提示できることを確認する。

第6章では、従来多大な労力を要して作成されていた、掘削工に陥るバックホウのマシンガイダンスシステムのための三次元設計データ作成作業を、三次元地盤モデルを活用することにより迅速に行え、設計者が意図したとおりの形状に施工が行えることを、現場における施工実験により実証した。また、汚染土壌の除去工事におけるトレービリティ、アカウントビリティの確保に本モデルが寄与出来ることを確認する。

以上の研究成果から、提案した立方体地盤モデルは、保持する属性、ブロックサイズを様々に変えることにより、建設プロジェクトのあらゆるフェーズにて、業務の効率化に寄与できる、汎用性のある優れたモデルであるといえる。

また、今後の展開として、本モデルを地質分布の面的な予測技術の高精度化等、今後発展すると考えられる他分野での研究成果との組み合わせにより、さらに活用場面を拡大できる可能性があることを示した。

最終試験の結果の要旨

以上の研究内容を、査読付き論文8編(第一著者3編)を含む研究論文12編としてまとめ、うち1編は国際会議論文誌へ掲載され、国際発表にて口頭発表・質疑応答を行っている。これは、本講座における学位授与基準(査読付き論文2編以上、国際会議論文発表1編以上)を満たしている。

また、審査委員会が学位論文提出者に対して当該論文の内容及び関連分野全般について試験を行なった結果、論文提出者は、当該研究分野及び周辺領域について十分な知識と理解力を有していると判断した。また、英文による論文も発表しているので、研究者として十分な研究遂行能力

を有すると認め、試験は合格とした。

審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座	教授	小林	一郎
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座	教授	大谷	順
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座	教授	北園	芳人
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座	教授	溝上	章志