OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Development of Quantity Takeoff Methods for Compound Elements Based on Building Information Modeling (BIM)
Author(s)	Khosakitchalert, Chavanont
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/77497
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name （Khosakitchalert Chavanont）	
Title	Development of Quantity Takeoff Methods for Compound Elements Based on Building Information Modeling (BIM) (ビルディングインフォメーションモデリング（BIM）に基づく複合的部材の数量計算手法の開発)

Abstract of Thesis

Quantity takeoff, a process in which building materials or work tasks are measured and calculated, is traditionally performed based on 2D construction drawings. This traditional quantity takeoff requires manual work and human interpretation, which are time-consuming and error-prone. The emergence of Building Information Modeling (BIM) allows a new approach for quantity takeoff, called a BIM-based quantity takeoff. All building elements are represented as digital models with data attributes, and hence the quantities of them can be obtained directly from a BIM model. The BIM-based quantity takeoff is more reliable, accurate, and rapid than the traditional quantity takeoff approach. However, the quality of BIM models affects the quality of BIM-based quantity takeoff. Incomplete details and inappropriate modeling methods cause deviations in extracted quantities. Compound elements, such as walls and floors, always face this issue because they contain multiple material layers, which can have different sizes and compositions, and they also contain sub-components, such as wall framings, that are usually absent from the BIM model transferred from the design phases. Furthermore, overlapping regions of compound elements with other building elements result in excess material quantities. Therefore, the compound elements must be inspected and edited after the design phases for quantity takeoff and other construction tasks. Nevertheless, manual inspection and modification of each compound element are time-consuming, cost-intensive, and error-prone.

This study developed three methods to improve BIM-based quantity takeoff for compound elements. The first method improves the accuracy of the quantities of compound elements, which are walls and floors, by integrating the concept of BIM-based clash detection to automatically subtract the overlapping quantities and add the missing quantities of each layer of compound elements. The second method extends the first method to automatically modify compound elements in BIM models by separating each layer of compound elements into an individual model element and eliminating the overlapping regions of the compound elements. Accurate material quantities for compound elements can then be obtained from the modified BIM models. The last method proposes an alternative way to obtain the correct material quantities from compound elements in a BIM model without modifying the BIM model. This method calculates quantities of sub-components, which are wall framings of drywalls, and embeds them into the drywall properties in the BIM model. The quantities of sub-components can then be extracted directly from the BIM model that does not contain these sub-components.

The prototype system for each method is developed using Autodesk Revit 2018.2 and Dynamo 1.3.3.4111. The methods were validated by actual construction projects. All methods can improve the accuracy of material quantities from the incomplete or incorrect compound elements in the BIM models. The execution time of the prototype systems is much less than the manual modification time of the BIM models and the calculation time of the traditional methods. Therefore, these methods can reduce the working time, cost, and human error associated with the manual works. This research contributes to the understanding of the deviations of BIM-based quantity takeoff when extract quantities from the incomplete or incorrect compound elements and to develop the methods that can improve the accuracy and efficiency of the BIM-based quantity takeoff for compound elements.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（ Khosakitchalert Chavanont ）		
論文審査担当者	(職)	氏　名
	主 査　教授	矢吹　信喜
	副 査　教授	澤木　昌典
	副 査　准教授	福田　知弘

論文審査の結果の要旨

本論文は、建築物を構成する複合的部材の数量計算を設計の初期段階から BIM（Building Information Modeling）と呼ばれる 3 次元モデルを用いた手法を基に正確に素早く高い信頼性を持って実行できるようにするための手法を提案し、検証したものである。

建築物の数量計算は、各部材を構成する材料毎に体積、面積、長さ、重量などを図面を解釈しながら計算するプロセスで、時間がかかり、ミスを生じやすい作業である。BIM の出現により、3 次元モデルから直接、数量を迅速かつ容易に求めることができるようになった。しかしながら、それは、BIM の 3 次元モデル（以下、BIM モデルと称する）が相当に正確であることが前提条件となる。BIM モデルの詳細が不完全であったり、不適切なモデリングによって作成されている場合、抽出された数量に誤差が生じる。数量の誤差は、建設コストの見積の誤差に直接影響することから、出来る限り小さくしたい。しかし、壁や床などの複合的部材は、厚さや構成が異なる複数の材料が重層構造になっていることが多く、また，BIM モデルには通常モデリングしない壁フレームなどのサブコンポーネントも含むため、数量に誤差を生じやすい。さらに、複合的部材と他の部材の領域が重複すると、材料の数量を過剰に算定する可能性が存在する。現状は、設計者が非常に多くの労力と時間をかけて、手作業で BIM モデルを正確に切り分けているか、そうした作業を行わず誤差があることを黙認しているか、あるいは知らずに正確な数量だと思い込んでいるかであり、いずれにしても問題である。

そこで、本研究では、BIM を用いた複合的部材の数量計算を改善する３つの方法を提案し、開発している。

第一の方法は、BIM モデルの干渉チェック機能を用いて、複合的部材と他の建築部材が重複する数量を自動的に計算し、減算することにより、正確な数量を求める方法である。第二の方法は、第一の方法を拡張し、複合的部材の各層を個々のモデル要素に分離し、複合的部材の重複領域を排除することにより、BIM モデルの複合的部材の形状を自動的に修正変更することにより、正確な数量を求めるものである。第三の方法は、BIM モデルそのものは修正変更せずに BIM モデルから複合的部材の数量を正確に求めるもので、対象としては、乾式壁を選択している。乾式壁にはサブコンポーネントとして壁フレームが埋め込まれているが、この量を計算し、それらを BIM モデルの属性として内包させる。そうすることによって、壁フレームを毎回すべての壁に対してモデリングしなくても、属性データから壁フレームの数量を正確に求めることができる。

本研究では、各方法のプロトタイプシステムを、Autodesk 社の Revit 2018.2 および Dynamo 1.3.3.4111 を使用して開発している。すべての方法に対して、実際に存在する建築物の BIM モデルを複数作成し、BIM を用いた通常の業務で行われている誤差をかなり含む方法で求めた数量、本研究の方法によって求めた数量、手作業で正確なモデルを作成

して求めた数量の 3 つの数量とそれにかかる時間を比較している。その結果、本研究の方法による数量と手作業の正確な数量との間にはごくわずかな誤差しか発生せず、BIM の通常業務の方法による数量には大きな誤差が生じたことを示している。次に、手作業により正確な数量を求めるためには多大な時間がかかったが、本研究の方法は BIM の通常業務の時間とあまり変わりがなかったことを示している。よって、本研究は、不完全なあるいは不正確な複合的部材の BIM モデルから数量を算出する際、その精度と効率を向上させたと言える。

以上のように、本論文は環境エネルギー工学の発展に寄与すること大である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。