

1. 概要

工事仕様書は、建設プロジェクトにおいて、発注者が形状、寸法、性能、試験方法等各種の仕様を明記して、構造物の安全性、品質、機能性等を確保するという重要な役割を演ずる。しかしながら、日本における実際の工事においては、必ずしも常に重要視されているとはいえず、仕様上不明確な点があっても、当事者同士の話し合いで解決してしまうことが多いと一般に言われている。一方、海外のコンサルタントや施工業者がプロジェクトに今後一層参入してくると、こうした解決方法からもっと書類や契約文書に基づいた議論を通して解決していく必要がある場面が増えていくと考えられる。そうした場合、仕様書に明記されるべき事柄が不足していたり、条文間に矛盾があったり、あるいは幾通りにも解釈が分かれるようなあいまいな条文があつては、何らかのトラブルが発生する可能性があると思われる。こうした問題を解決するためには、工事仕様書が、完全に項目を網羅し（完全性）、条文間に矛盾が無く（無矛盾性）、正確であることが肝要である。本研究の目的は、単に技術者が一生懸命チェックをするといった原始的な方法ではなく、工事仕様書の作成とチェックをコンピュータを利用して自動化するための系統的で論理的かつ普遍性のある方法を開発することである。

また、工事仕様書や契約書類は、分厚く、独特の言い回しで記述されていることが多いため、工事現場での経験が浅い技術者にとっては、必要な条文が見つからなかったり、条件が異なる条文を適用してしまうことがあり、一人前に使えるようになるためには長い経験が必要である。さらに、各条文の背後にある知識を知らなかったため、条文の適用が不適切であったりすることも考えられる。本研究のもう一つの目的は、現場の技術者が仕様書やその背後にある情報に簡単にアクセス出来、かつ照査しようとしている構造物について、チェックしなければならない条文を全て提示するようなコンピュータモデルを開発することである。

すなわち、本研究の目的は工事仕様書を作成する立場の人と使用する立場の人の両方にとって有効なモデルを開発することである。

2. 工事仕様書の完全性と無矛盾性のチェック

構造設計基準の完全性と無矛盾性をチェックしたり設計部材の照査を行う目的で、基準の条文はデシジョンテーブルを用い、基準の構成はトゥリー構造で表現するモデルが、米国では30年程前から研究され続けられている¹⁾。筆者らは、こうした既往の研究をさらに進め、基準の構成はオブジェクト指向プログラミングパラダイムを用い、条文は述語論理プログラミングを用いて表現する、オブジェクト指向と論理プログラミングを統合化したオブジェクトロジックモデル²⁾を以前に開発した。本研究では工事仕様書にこのモデルを応用するものである。

工事仕様書の構成については、各発注事業者毎に異なった雛形やスタンダードがあるため、米国の建設事業ではこれを統一化しようとする努力がなされ、現在ではCSI Masterformat³⁾として広く用いられている。このフォーマットは、基準となる工事仕様書の標準的な目次と内容の概要を定めたもので、表-1のような章建てとなっており、章の下に節、項、条文が階層状に構成される。こうした構成は、オブジェクト指向プログラミングパラダイムで的確に表現出来ると考えられる。仕様書作成者は構造物タイプ、物理的性質、機能といったいくつかのトゥリーを組み合わせたり、不要な枝を切ったりすることにより、適切な目次を作成することが出来る。組み合わせたトゥリーの末端のノードに1つの条文がつくようにする。

オブジェクトロジックモデルでは、各条文をオブジェクト指向論理文に翻訳し、ある項目を規定している1組に対して以下の3個の論理文⁴⁾を導出原理(resolution)を用いて証明することにより、条文の完全性、唯一性(無重複および無矛盾性)をチェックする方法を提案し、プログラム化しており、この方法が工事仕様書にもほぼ同様に適用できると考えられる。さらに、オブジェクトトゥリーの各階層において下のレベルに分類する方法をオブジェクト指向論理文に翻訳し、同様にチェックすることにより、各階層がもれなく項目をカバーしているか、重複がないか、あいまいな項目がないかをチェックすることにより、構成の完全性と唯一性を確保できる。

表-1 MASTERFORMAT

Division 1 -	General Requirements
Division 2 -	Sitework
Division 3 -	Concrete
Division 4 -	Masonry
Division 5 -	Metals
Division 6 -	Wood and Plastics
Division 7 -	Thermal and Moisture Protection
Division 8 -	Doors and Windows
Division 9 -	Finishes
Division 10 -	Specialties
Division 11 -	Equipment
Division 12 -	Furnishings
Division 13 -	Special Construction
Division 14 -	Conveying Systems
Division 15 -	Mechanical
Division 16 -	Electrical

1. 完全性

$$\bigvee_{i=1}^n C_i$$

2. 無重複

$$\bigwedge_{i=1, j=i+1}^{i=n-1, j=n} (\neg C_i \vee \neg C_j)$$

3. 無矛盾性

$$\bigwedge_{i=1, j=i+1}^{i=n-1, j=n} [\neg C_i \vee \neg C_j \vee (A_i = A_j)]$$

ここに C_i : i ($i=1, 2, \dots, n$) 番目の論理文の条件

A_i : i ($i=1, 2, \dots, n$) 番目の論理文の結論

3. 工事仕様書のエキスパートシステム

本モデルは、実際の部材の状態を属性として入力することにより、オブジェクト指向のトゥリーをたどることにより、仕様書でその部材を規定している全ての条文を探し出すことができ、その条文を満足しているかを論理的に照査することが出来るエキスパートシステムとしても使うことが可能である。

しかし、エキスパートシステムは、ユーザーにとっては中身がブラックボックスとなっているため、信用できず、使いたがらないという欠点がある。この問題を解決するためには、

- ・ルールや論理文に間違いがないという信頼あるいは証明がある。
- ・ルールや論理文の基となる知識（文章、図、表）とルールや論理文のリンクが明確であり、ユーザーが両方向の参照が出来る。
- ・システムの結論について、単なるルールのつながりを示すだけの説明ではなく、背後にある根拠や情報をユーザーに提示出来る。

といった条件を満たす必要がある。

こうした問題を解決するため、筆者らはハイパードキュメントモデル⁵⁾を構築し、このモデルを前述のオブジェクトロジックモデルと統合化して、ハイパーオブジェクトロジックモデル⁶⁾を開発した。このモデルに基づいて工事仕様書のエキスパートシステムを作成し、CD-ROM化することにより、工事現場で技術者がノートパソコンや手帳型パソコンなどで手軽に信頼をもって使用できるものと考えられる。

参考文献

- 1) Fennes, S. J., Wright, R. N., Stahl, F. I., and Reed, K. A., *Introduction to SASE: Standards Analysis, Synthesis, and Expression*, National Bureau of Standards, Report No. NBSIR 87-3513, 1987.
- 2) Yabuki, N. and Law, K. H., "An Object-Logic Model for Representation and Processing of Design Standards," *Engineering with Computers*, Springer-Verlag, 9, 1993.
- 3) *Manual of Practice*, The Construction Specifications Institute, 1987.
- 4) Jain, D., Law, K. H., and Krawinkler, H., "On Processing Standards with Predicate Calculus," *Proceedings of the Sixth Conference on Computing in Civil Engineering*, Atlanta, GA, 1989.
- 5) Yabuki, N. and Law, K. H., "HyperDocument Model for Design Standards Documentation," *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, Vol. 7, No.2, April 1993.
- 6) Yabuki, N. and Law, K. H., "A Framework for the Documentation, Representation, and Processing of Design Standards," *Proceedings of the Eighth Conference on Computing in Civil Engineering*, Dallas, TX, 1992.