

知識処理に基づく構造設計技量向上支援システムに関する研究
(その2 RC構造骨組の部材設計処理)

正会員 ○ 松尾伯方*¹, 同 山成 實*²,
同 山浦秀行*³, 同 原田幸一*⁴

1. はじめに 本報告は、構造設計初学者の構造設計技量向上支援を目指したコンピュータ支援システム構築を実現するために、鉄筋コンクリート構造設計を例題^[1]に取上げ、構造部材の断面算定の処理分析を行い、それに基づいたシステム構築を試み、処理性能の検討を試みた。構造設計における技量は、設計者の経験やそれまでに蓄えられた知識の多寡に依存すると考えられる。部材設計の技量向上には、与えられた条件下での設計可能とされるより多くの情報を知識として蓄えておくことは不可欠である。そのためには、これまでになされてきた1組の設計仮定値に対する1組の解を得る設計処理から1対多対応の処理に切替えることで、設計者に仮定断面に対する検討解のみならず、その周辺の複数の設計解を一度に提供することが、設計技量向上の一助となると考える。

2. 構造部材の断面算定処理の分析 我国では鉄筋コンクリート部材設計は鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説^[2]に基づいて行われる。梁、柱、耐震壁、床スラブ等の各種構造部材毎に断面算定の規準が記述されている。それらの中から柱部材に注目して以下に述べる。

図1は鉄筋コンクリート柱部材の断面算定処理をデータフロー図で示したものである。部材設計に供される入力情報は、部材寸法、材料情報および断面力である。これらの情報に基づいて柱断面の主筋径および本数を決定する。ここで、入力情報は1組であるが、前述のように出力される解は複数組である。予想される問題点は出力される解の数の増大である。同図中には知識ベースとしてカタログが用意されており、カタログ内から設計検討に用いる候補者を限定する。更に、自明の解を解除することでこの問題を克服する。後者は鉄筋量の最小解を収束計算から求めることで実現した。同様に他の構造部材についても設計処理分析を行い、後述設計可能空間^[3]の取得が可能となった。

部材設計処理システム構築には以下のソフトウェア技術^[4]を導入された。

1) 生成検証法 多価情報を扱うことができることで設計可能空間抽出が容易となる。

2) データフロー 処理順序に囚われることなく仕様書に準じたプログラム記述が可能となる。

3. 設計計算言語を用いた構造部材設計モジュール

設計初学者が設計処理を理解し実務レベルで設計作業を問題なく遂行できるまでには、数多くの断面算定の経験を積まなければならない。またそのために用いるシステムの仕組の理解が肝要であろうと考える。先述の設計処理の分析結果から設計処理システム構築を試みると、図2に示す部材設計処理の構成図を想起する。この処理

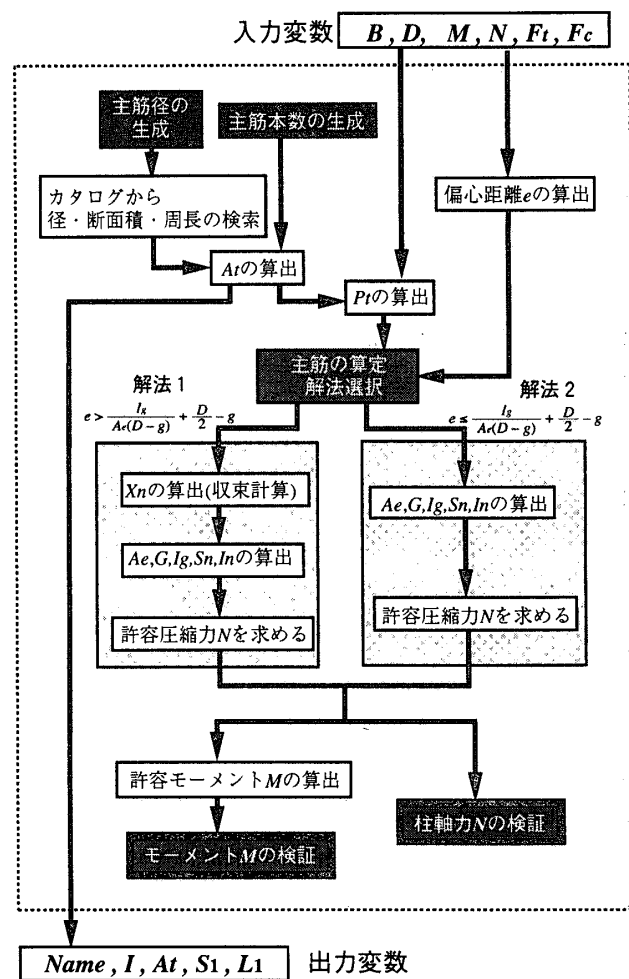


図1 鉄筋コンクリート柱主筋算定データフロー図

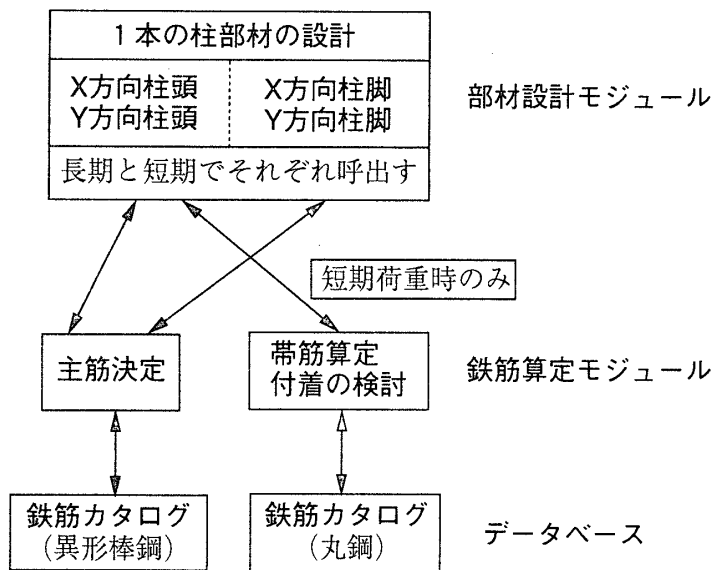


図2 部材設計の処理構造

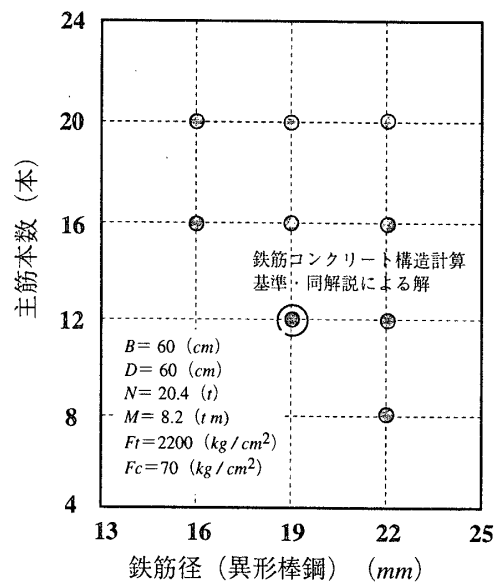


図3 設計可能空間の抽出 (断面算定結果)

系を構築するために幾つかに分れた処理群を用意し、それらを有機的に結合させ、処理構成を明快にした。第一に処理の階層化が挙げられる。処理系は同図に見られるように3つの階層構造をもつ。すなわち、処理の外表面である部材設計モジュール、それを支援処理する鉄筋算定モジュール、更にカタログで提供する知識ベースである。第二に個々のモジュールは単独で実行できることである。設計規準の改定がなされた場合でも該当するモジュールを書換えることで多大な労力を費やさずにシステムの成長の実現ができる。

4. 生成検証法による複数の設計解の取得と検討

設計初学者が構造設計過程で遭遇する問題は、断面算定において適正断面を選ぶのに試行錯誤回数が多くなりがちなことである。その主な理由として、設計者の設計経験の不足から来る解の見通しがきかないことが挙げられる。一方、設計熟練者は設計の作法を熟知していると共に、設計解の荒見積りができることである。その背景には設計可能とされる解を頭中から引出せる知識が蓄えられている事実にある。この設計知識を提供する仕組みをもつ処理系を実現した鉄筋コンクリート柱部材設計システムを実際に設計初学者に構築させて実行させた結果を図3に示す。一本の長方形断面の鉄筋コンクリート柱の主筋算定結果は生成検証法によって複数の解で得られている。設計問題は文献[2]の例題を用いており、同図の解の集合の中に例題の解も含まれている。このように、システムが同時に複数の設計解すなわち設計可能空間を設

計者に提供することで、設計の技量向上を促すと共に、設計者が解群の中から最終決定ができるという設計者主体のシステム構築に成功している。

5. おわりに 鉄筋コンクリート部材設計に焦点を当て、部材設計処理の分析を行い、設計計算言語 DSP による処理記述によって、初学者の設計技量向上につながる仕組みを提供できた。要約を以下にまとめる。

- 1) 鉄筋コンクリート構造部材の設計仕様を容易に記述できるプログラミング言語を用いて設計初学者がシステム構築を実現できた。
- 2) 構築したシステムを用いて設計理解を深めるのに役立てた。
- 3) 構築したシステムが設計可能空間抽出を容易にすることで設計技量向上に貢献できることを実証した。

謝辞 本研究遂行にあたり卒業研究で協力頂いた田島康弘君 (田島建築構造設計事務所) に謝意を表します。

参考文献

- [1] 山成實, 松尾伯方, 知識処理に基づく構造設計技量向上支援システムに関する研究 (その1 R C骨組の準備処理), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 情報システム技術, A-2, pp.403-404, 1999年9月
- [2] 日本建築学会, 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 第6版, 1991
- [3] 山成實, 知識処理に基づく鋼部材設計技量向上支援に関する研究, 日本建築学会九州支部研究報告, 第39号・構造, pp.585-588, 2000年3月
- [4] 梅田政信, 長澤勲, 樋口達治, 永田良人, 設計計算のプログラム書法, 信学技報, AI91-60, pp.25-32, 1991年

*1 伯建築事務所 所長・工修
 *2 熊本大学工学部環境システム工学科 助教授・工博
 *3 熊本大学大学院自然科学研究科 大学院生
 *4 原田建築設計事務所 所長

President, Osa Architectural Studio, M. of Eng.
 Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Kumamoto Univ., Dr. of Eng.
 Graduate Student, School of Science and Technology, Kumamoto Univ.
 President, Harada Architectural Studio