

建築構造設計一貫処理プログラムの信頼性確保について

科学技術庁国立防災科学技術センター 大谷 圭一

§1 さえがさ

建築技術への電子計算機の導入、とくに建築物の構造計算用の解析プログラムの開発、利用が、最近急速に普及してきている。これらのプログラムは、各開発者ごとに独自の方式をもち、データの形式、処理手順、解析手法も多種多様であり、かつそのプログラムの内容、適用範囲、精度等に関する資料も十分に整備されていない現状である。

又、設計される建築物は「建築基準法」の定めに従って、建築主事に確認申請することが必要づけられている。最近ではこの申請に提出される構造計算書をコンピューター一貫処理プログラム処理によって作製することが多くなり、これらに利用されるプログラムの信頼性が大きな問題となつてくる。確認業務に必要とされる建築主事はインプットデータと計算結果の出力だけで、その計算書の妥当性を判断しなければならず、プログラムの内容はブラックボックスとして与えられることになつたので、そのプログラムが信頼をかけるものであることも客観的に評価することが必要となつてきた。

さらに、通信回線と電子計算機との結合によるデータ通信の道が拓かれた今日、その利用はプログラムの作製、管理責任者と利用者のない不特定のものも可能となり、かつ十分な判断能力のない利用者による利用も考えられ、データの標準化、プログラムの質の確保等が必要とされ、一定の秩序を定めることにより、今後急速に普及すると見られる電子計算機と利用する構造計算技術と、混乱なく適正に発展させ利用される方策が確立されることが社会的義務となつてきた。

これらの争柄が背景となつて、建設省は昭和46年に日本建築センターの中に「電算プログラム評定業務調査委員会」（委員長；藤本盛久東工大教授）を設け、その答申（昭和47年6月15日）を受けて、同センターに「電算プログラム評定委員会」（委員長；藤本盛久東工大教授）を発足させて、電子計算機による構造解析プログラムに関する評定業務を行わせることとし、その評定結果を行政運営に直接反映せしめることとした。評定委員会では昭和49年1月より評定申込みを受けつけ、今日既に7件のプログラム評定を完了している。

本報告はこの評定委員会の活動の現状を報告すると共に、本委員会がプログラム出力フォーマット化が進められているので、その内容を紹介するものである。

§2 電算プログラムの評定

前節で述べた様な社会的背景の元に評定が開始されたが、この評定によりプログラムの質が確保され、信頼性を高めることとなつたが、この事が建築の各分野において期待される効果として次の様な事が考えられる。

- ① 建築主事における業務簡素化が期待できる。
- ② プログラム作製者におけるメソッドは評定済みのプログラムでは、使用しし都度建築主事にプログラムの筆者は「電算プログラム評定委員会」の委員の一員であり、委員会を代表して委員会の活動を紹介するものであるが、執筆内容に関する責任は筆者が負うものである。

ラムの内容説明をする必要がないこと、途中結果の省略による計算書の簡素化、またプログラムへの商品価値が高まることなどが考えられる。

- ③ プログラム利用者におけるメリットは、評定済みのプログラムの使用はプログラム内容の信頼性が高いので、安心して使用することが出来ることである。

本委員会で評定対象とするプログラムは、もとより汎用性のあるプログラム（パッケージ・プログラム）とし、構造計算書で扱う範囲に限定している。構造設計の途上で一時的に使用される汎用性のないプログラムは評定対象外としている。プログラムはその利用形態がパブリックユースなもの、プライベートユースなものも同等に考えて評定を行っている。

評定に当たっては、申請者からプログラム概要、プログラム説明書、計算例等の文書を提出して貰い、その文書による審査の他に、より詳細については評定委員と申請者の間の質疑応答、評定委員よりテストデータを提示して答えを出して貰うということの繰返しで行われるが、評定は次の項目について行われている。

A. プログラム自体に構造計算結果に影響を及ぼす誤りがないか

この項目の評定は主眼点であるが、特にプログラム自体に論理的な誤りがないかについて行ない、計算に使っている仮定や計算式が妥当であるかが論議され、コーディング上の問題は数オスデックに及ぶプログラム全体について、評定委員という作成者でないオ三者が確認するのには至難の政であるので、いくつかの例題によって確認する方法がとられている。

B. プログラムが間違つて用いられないか

どのような汎用性プログラムであろうとも必ずプログラム自体の適用可能範囲はあり、実在の設計建物はプログラムを考えている様な理想的なものではないので、構造解析用のモデル化を行って、プログラムを使用することとなる。その為評定に当たっては、適用範囲、計算条件、計算結果等についての検定が出来ようなチェック・リストの作成を要とし、このチェック・リストの記入によって利用者自ら、プログラムの正しい利用について自己検定が出来、またチェック・リストを各構造計算書ごとに添付することと条件づけ、オ三者にも容易に検査しうなようにして、プログラムの誤用防止をはかることにしている。

C. 計算結果が間違つて利用されないか

計算結果の誤用には次の二つの場合が考えられる。オ1は入力データに誤りがある場合であるが、これに対しては、プログラム内に多数のチェック・ルーチンを内蔵させることにより、エラーデータの見逃しにつとめることとし、エラーデータの箇所には警告メッセージを出すようにして誤用防止をはかることにしている。オ2は断面算定等で許容値を越える場合であるが、これについてはオ1の場合と同様に処理している。オ3は計算結果を読み取り時の誤認であるが、これは本来人間の問題であり評定範囲外と考えるべきであるが、図の利用を高めることや利用者以外の者がチェックすること等により減す方向を採ることは出来ないが、人間のミスはプログラムで防ぐことは不可能と考えられる。

評定は上述の様に行われているが、評定はあくまでプログラム自体の信頼性確保が目的であって、モデルの可否、結果の判断等は利用者の能力に依存するとの立場でのチェックであると考えることが必要であろう。

③ LP出力のフォーマット化

許定業務を続けている間に委員及び建築主等との間から、ラインプリンター（LP）出力にある一定の規準化、標準化を進めてほしいとの動きが発生してきた。この事は許定業務のレベルを一定化すること、建築主等がプログラム使用によって作製される構造計算書を審査する際に出力形式が決まっているれば、業務の簡素化、過誤の防止に役立つこと等に利すると思われる。評定委員会では委員会内に小委員会、ワーキンググループを設けて、電算書式の検討を行い、「電子計算機使用による構造計算書フォーマット指針」の一次案を作製し、現在指針解説を含めて二次案を検討中である。

フォーマット指針作製に当たって次の点を念頭に置いて作業が進められている。

① 計算書の書式は原則的に手書きで通常作製されているものに準うと考える。

電子計算機を使用し、その計算過程がブラックボックスに隠され、インプットデータとアウトプットだけから理解出来る形で構成される構造計算書の書式は、新しい形式が考えられ、より合理的で理解しやすい形とすることが望まれるが、本指針作製の委員会（権限）を越えた問題であるとして判断し、現状の書式形態を踏襲することとした。

② 建築確認に提出される計算書の形態は手書きの部令とLP出力の部分が混在しているものとする。

最終の形としてまとめられる計算書にも、建物概要、解析モデル作製の手順、内容、プログラムの適用に關する事項等は、やはり設計者自身の経験と判断に基づいて手書きして挿入する必要があると判断した。

③ LPによる出力のみを考へ、プロッター使用については言及しない。

なかな間ははじめ図面や軸組図形の出力等はプロッターを使用することによって、より解かり易く見易い図面を作製することが可能となるが、現在の計算機の能力、使われ方は必ずしもプロッターの使用が容易ではなく、プロッターによるドラフトは時間がかかること、データ通信による計算機の使用ではプロッター出力が高額になり、より多くの利用者に計算機使用の機会を与えるという発展の方向に必ずしもマッテしてないということ等を考慮して、今回の指針ではLP出力のみについて考えている。

④ この指針で考えている対象建物形状は直交する柱、梁、壁等によって構成されるものを基本に考へ、異形フレームや特殊構造等は範囲外とする。

本指針では最も基本的な建物形状である直交するラーメンで構成されるビル型の建物を考へてフォーマットを定め、異形フレーム等のプログラムの出力は、この指針に出来るだけ準拠して作製していただくようお願いするとの判断に立っている。

⑤ 断面算定の項のフォーマットは今回の指針では見送る、今後検討を続けることとした。

構造計算は断面を算定しなければ終結しないが、現在の許定結果をふまえて考えると、断面算定の項の出力形式は各プログラム作製者の腕の見せ所となっていて、千差万別であり、ある標準化ということは不可能であり、計算機の使用による計算の項に経験的に見込んでいり安全率を無視して、許容応力値をざらざらの設計になってしまう危険性がなきにしもあらずである現状を勘案して今後検討事項とした。

以下に現在検討中の一次案（一部省略）を掲げ、皆様のご批判を仰ぎたいと思っております。

電子計算機使用による構造計算書フォーマット指針(第1次案)

1章 総則

- 1 (適用範囲) この指針は、電子計算機を使用して構造計算書を作成しようとする際の、ライブラリプリンター(以後LPと略)出力のフォーマットに適用する。
- 2 (構造計算書の書式) この指針では、構造計算書の書式は別紙(省略)に従うものとする。
- 3 (構造計算書の形態) 構造計算書の形態は予書きの部分とLP出力の部分とが混在するものとする。

2章 使用プログラム

- 1 (使用プログラム名) 構造計算書作成に使用したプログラム名及び評定番号、行政的措置、プログラム適用範囲を記述する。
例) 行政的措置は現在建設省で検討中である。
- 2 (記号一覧表) LP出力に使用している記号及びLP出力の読み方を説明した一覧表を作成し、構造計算書に添付する。
- 3 (チェックリスト) 電算プログラム評定委員会が評定された、適用、出力に属するチェックリストを記入し、必要に応じてコメントを予書きで記入するものと。

3章 一般事項

- 1 (建物概要) 予書きのみで構成される通常の計算書と同様に、建設場所、構造種別、階数、用途、仕上げ概要、増築予定、特殊条件等を記載し、併せて平面、断面の略図を付するものとする。
- 2 (設計方針) 基本部画、計算上採用した諸仮定を記載すると共に、電算プログラムを使用する際のモデル化について詳述するものと。
- 3 (許容応力度、材料区分) プログラム内で使用した値を確認する為の出力であり、テーブル形式出力とする。

a) 許容応力度

出力必要項目 コンクリート、鉄筋及び鉄骨の種類と許容応力度(長期、短期)。

- i) コンクリート 種別; FC○○○又はLC○○○(LCについては種別が分るようにする)。

許容応力度; 圧縮、せん断。

ii) 鉄筋

種別; SR○○又はSD○○○

許容応力度; 圧縮、引張、せん断補強

iii) 鉄骨

種別; SS○○, SM○○, STK○○等

許容応力度; F値、せん断

iv) 鉄筋及び鉄骨のコンクリートに対する付着

鉄筋種別とコンクリート種別の組合せ; 上端、一般

鉄骨とコンクリート種別の組合せ; 定着、一般

b) 材料区分

出力必要項目 各階柱, 梁, 床, 壁部材の材料種別

- 4 (架構記号図) 計算機内部で架構をどのように認識しているかのチェック用出力であり, 伏図形式出力とする。

出力必要項目 各階柱, 梁の所在をプラン形式で出力する。

- 5 (荷重) 本項目の取り扱いがプログラム内の処理が一様でないで, フォーマットは定めない。但し通常の計算書に準じて出力されることが望ましい。

- 6 (入力データ一覧) 入力データがどのようなものであるかのチェック用の出力であって, 入力データの持つ意味がわかりやすい様に編集されたものを出力することとする。

4章 準備計算

- 1 (剛比(剛度)一覧) この項目では, 後の骨組の解析のために, 建物をどのような構造解析用モデルとしているかを示すものと考え, テーブル形式及び軸組図形式として出力する。

出力必要項目

- a) テーブル形式出力の場合 柱, 梁; 部材野号, B , D , ϕ , I_o , $\phi \times I_o$ 。
b) 軸組図形式出力の場合 軸組図をプリントし, その中に剛比(剛度)を示す。

- 2 (C , M_o , Q_o) テーブル形式出力とする。

出力必要項目 梁位置, C_{AB} , C_{BA} , M_o , Q_A , Q_B

- 3 (柱軸力) テーブル形式又は伏図形式によって出力するものとする。

出力必要項目

- a) テーブル形式の場合 階名, ΔN , 柱軸力
b) 伏図形式の場合 伏図をプリントし, 図中の柱の部分に柱軸力を出力する。

- 4 (地震力) プログラムによっては地震力を入力データとして扱うものもあるが, テーブル形式で出力するものとする。

出力必要項目 階名, W , K , $K \times W$, Q (層せん断力)

5章 応力算定

- 1 (D 値) 伏図形式によって出力するものとする。

出力必要項目 D 法を用いるプログラムの場合; D 値の分布

D 法を用いないプログラムの場合; 柱(壁)のせん断力 Q の分布

- 2 (ラーメン応力図) 軸組図形式によって出力するものとする。モーメント図は手書きで補足することとする。

出力必要項目

		鉛直荷重時	水平荷重時
梁	モーメント	左端, 中央, 右端	左端, 右端
	せん断力	左端, 右端	
柱	モーメント	柱頭, 柱脚	柱頭, 柱脚
	せん断力		
	軸力	X	O

THE RELIANCE ON CONTINUOUS TREATMENT PROGRAMS
OF STRUCTURAL CALCULATION FOR BUILDINGS

Keiichi OHTANI

Recently, the computer uses for building construction techniques, especially for the structural analyses, are popularized rapidly.

Each structural engineer was made the computer programs in own way, that the data forms, using procedures and calculation techniques were different. These conditions are very inconvenient for the uses and judgments. In addition, the materials on applications, accuracy and contents of computer programs are not sufficiently arranged now.

Furthermore, the data communications in use of computers and telephone lines, are applied for structural analyses, it is necessary to make the regulations which is related to the qualities of computer programs and the data forms, in order to establish the methods of appropriate uses and the developments of computer techniques for the structural analyses.

The rating committee for the computer programs is established in the Building Center of Japan, for the purpose to examine the programs and to ensure these quality and reliability. This committee deals with the programs(packaged programs) which have general purpose and are used in the structural calculation reports.

For the proposed program, the following subjects are examined by the committee.

- 1) Errors affecting the results of structural calculation in the program itself.
- 2) Misapplications of the program
- 3) Misusages of the calculation results.

In the rating of the committee, pertinence of the program is investigated by the explanation of its contents, the test running which is done repeatedly and the other tests.

This report describes the present condition of this rating and the contents concerning the format, which is progressed in the committee, of the out put from the line-printer.

* Chief, Earthquake Engineering Laboratory, National Research Center for Disaster Prevention, Science and technology Agency