

Spreadsheet を用いた土木設計手法の現状

関西大学工学部

正 員 三上 市藏

関西大学情報処理センター

正 員 ○木村 作郎

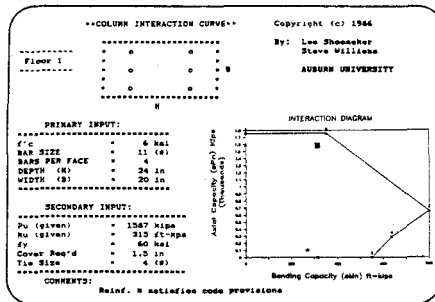
関西大学大学院

学生員 土田 貴敏

1. はじめに 近年、土木工学分野においては、各種の設計がコンピュータプログラムを利用してなされるのが普通になった。さらに、ハードウェアの進歩や低廉化などによってミニコン、EWSおよびパソコンが普及し、土木工学分野の設計業務にこれらを積極的に利用する動きが見られる。それに伴い、あらゆる分野において、多種多様のアプリケーションソフトが開発され、それを利用する機会が多くなっている。このアプリケーションソフトの1つである、Spreadsheet（スプレッドシート）は、従来、事務計算において活用されてきたソフトウェアであるが、その利用方法の簡便さ、豊富な機能、優れた計算能力などは、土木工学分野の様々な設計計算においても非常に有用であるものと思われる。我が国ではスプレッドシートの土木工学への適用例は見られないようであるが、米国では数々の適用例とその可能性についての論文が発表されている^{1)~16)}。本論ではそれらの適用例を分析し、Spreadsheetの土木工学分野への適用の方法と可能性を検討する。

2. スプレッドシートの概要 スプレッドシートは、ディスプレイ画面に表示される2次元のマスマイクに区切られたワークシートの中に数式や数値を入力すれば、自動的に計算結果が得られる一種の簡易言語であり、その表示形式から「表計算ソフト」とも言われる。その機能としては、(1)表計算機能、(2)データベース機能、(3)グラフ機能、(4)マクロ機能がある。特に、(1)については、ワークシート上の任意のデータを変更すると、瞬時に全計算が再実行され、結果の出力画面が変えられる機能（再計算機能）がある。これは設計業務における「What if 分析」に適している。大規模なワークシートにもかかわらず、スプレッドシートのシステムがアセンブラー言語で書かれており、さらに読み込んだデータをCPUメモリー上で展開しているため、非常な高速処理が可能である。数学関数、論理関数、統計関数など105種類の関数も利用できる。また、(3)はワークシート上のデータを、別のプログラムを介在させることなく、簡単な指定で、グラフ形式に表示する機能である。これを用いて膨大な出力結果を可視化することにより、現象を把握し、さらには設計の妥当性を検証することができる。(4)は定形的で繰り返しの多い一連の作業手順をマクロ命令を使って記憶させておき、必要に応じて自動的に作業を実行するために用いられる。

3. スプレッドシートの土木工学分野への適用 文献^{1)~16)}を分析し、業務内容、適用対象、ハードウェア、ソフトウェア、グラフ機能・データベース機能・マクロ機能の利用の有無、外部プログラムとの併用の有無、システムの完成度（実用、例示用など）についてまとめると表-1のようになる。文献¹⁶⁾が雨水管理モデルのプロセッサとしてスプレッドシートソフトを用いている以外は、すべて土木工学分野本来の業務の遂行に用いられている。表-1の業務内容を見ると、設計業務に多用されていることが分かる。設計業務では多数の設計パラメータを変更して、安全性、経済性など満足しうる設計が得られるまで試行錯誤が続けられる。このため前述の「再計算機能」が有効であるものと思われる。

図-1 実行結果画面【文献¹⁾】

Ichizou MIKAMI, Sakuo KIMURA, Takanori TSUCHIDA

表-1 文献分類一覧

文献番号	業務内容	適用対象	ハードウェア	ソフトウェア	グラフ機能	データベース機能	マクロ機能	外部ファイル	実用性	その他
1)	設計計算	鉄筋コンクリート柱	パソコン	?	相互作用図	?	?	なし	例示用	計算書作成可
2)	設計計算	鋼柱	T.I. HP	LOTUS * SYMPHONY *	なし	AISC形状規格表	?	なし	実用	計算書作成可
3)	設計計算	プレストレスコンクリート梁	中規模コンピュータ	?	モーメント図ほか	?	グラフ表示	なし	実用	
4)	設計計算	梁部補強	?	LOTUS 1-2-3	たわみ曲線図ほか	?	?	なし	実用	
5)	設計計算	鉄筋コンクリート梁	?	?	なし	?	?	あり	試作品	計算書作成可
6)	設計計算	鉄筋コンクリート梁	IBM-PC/XT, AT	LOTUS 1-2-3	モーメント図ほか	?	?	なし	例示用	計算書作成可
7)	設計計算	鉄筋コンクリート梁	?	LOTUS 1-2-3	なし	鉄筋規格表	メニュー表示ほか	なし	例示用	
8)	設計計算	フーチング、土圧計算	?	?	なし	?	?	なし	試作品	計算書作成可
9)	施工	コンクリート配合	APPLE II e	APPLEWORKS SPREADSHEET	なし	?	?	なし	実用	
10)	教育	課題の個人別出題と解答の添削	IBMコンパチのマイコン	LOTUS * SYMPHONY *	なし	?	?	あり	実用	
11)	構造解析	モーメント分配法	?	LOTUS 1-2-3	なし	?	支点条件設定ほか	なし	実用	
12)	施工管理	小規模現場での施工管理	?	?	なし	?	?	なし	例示用	計算書作成可
13)	計画	雨水管きょ網	マイコン	?	ハイドログラフ	?	グラフ表示	なし	実用	
14)	計画	水質シミュレーション	IBMコンパチ機	LOTUS * SYMPHONY *	計算結果と実測値	?	?	なし	実用	
15)	水理解析	断続流の非定常現象解析	マイコン	Microsoft * Excel *	圧力水銀の低下図	?	データ入力ほか	なし	例示用	
16)	計画	雨水管理モデリング	パソコン	LOTUS 1-2-3	なし	?	?	あり	実用	

グラフ機能を用いた例では、鉄筋コンクリート柱の設計において、ACIコードに基づく境界線を図示し(図-1)、作用する軸力と曲げモーメントに該当する点が境界線内であれば、安全であると瞬時に判断できる方法を述べている。文献³⁾ではモーメント図、横断面図、ケーブル位置図、初期応力図、長期応力図を、文献⁶⁾ではモーメント図、せん断力図、たわみ曲線図をそれぞれ図示して、設計作業を可視化している。

マクロ機能を用いた例としては、文献³⁾では図化処理の高速化を図るために用いている。文献⁷⁾では、メニュー画面を表示するためと、断面積を計算するために利用している。文献¹¹⁾では表示ウィンドウの切り換え、支点の条件の設定、繰り返し計算の実行、および、最終計算結果のプリンタ出力を行うために用いられている。文献¹⁴⁾では、フロッピーディスク操作(SAVEとLOAD)を行うためのマクロが作成されている。

データベース機能を用いた例として、文献²⁾では、鋼材の種類や寸法をデータベース化し、設計時に同表を参照する手間を省いている。

他ソフトを併用した例として、文献⁵⁾では構造解析プログラム(STRUDELやSTRESS)を、文献¹⁰⁾ではSAGSをそれぞれ用いている。また、文献^{11) 2) 5) 6) 8) 12)}は、再計算処理を行った後に得られる最終結果を正式な計算書としてプリンタに出力することを考慮している。

- 1) Steve, W. and Lee, S. : Structural design of concrete columns using spreadsheet graphics, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.232-240, 1987-7. 2) Charles, E.L. and James, M.D. : Computer aided design of steel columns by Spreadsheet, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.373-382, 1987-7. 3) Andrei, R. and Julian, S. : Prestressed concrete beam design, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.383-394, 1987-7. 4) Gordon, T.C. and Hans, S. : Design of a post tensioned segmental swing bridge, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.395-402, 1987-7. 5) David, G. K. and Ronald, E.B. : Spreadsheet for concrete beam design-Mu, Vu, Tu, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.403-411, 1987-7. 6) Andrew, W.S. : Computer Spreadsheet application in structural engineering design, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.412-423, 1987-7. 7) Charles, G.S. : Concrete beam design using menus and macros of LOTUS 1-2-3, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.424-437, 1987-7. 8) Richard, F. : Simplified Spreadsheet Creation for everyday engineering, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.438-444, 1987-7. 9) William, E.B. : The design of concrete using an electronic spreadsheet, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.445-460, 1987-7. 10) A.W.Terence, E.F.Thomas, N.F.Mark : Using Spreadsheet to individualize student assignments, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.461-473, 1987-7. 11) Edmond, T.M. and Fouad, H.F. : The moment distribution method using a Spreadsheet, Computer Applications in Structural Engineering, ASCE, pp.474-481, 1987-7. 12) James, J.Y. : Use of Spread Sheet in small firms, Jour. of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol.1, No.3, pp.217-219, 1987-7. 13) Kevin, G.B. and Antonis, D.K. : LOTUS Spreadsheet design for storm drain networks, Jour. of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol.1, No.3, 1987-7. 14) Shaw, L.Y. and Todd, S.T. : Application of LOTUS SHYMPHONY in water quality modeling, Computing in Civil Engineering, ASCE, pp.98-109, 1986-10. 15) S.W.Miles, P.H.James, C.H.Wayne, G.P.Thomas : Application of LOTUS 1-2-3 to SHMM processing, Computing in Civil Engineering, ASCE, pp.969-984, 1986-10. 16) M.E.Neis, J.M.Wigham, V.V.Neis : Macro-Spreadsheet Programming Applied to well drawdown, Jour. of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol.2, No.2, pp.121-135, 1988-4.