

まえがき

建設事業実施に関する合理化、省力化策として、構造物の設計の分野にもコンピューターの導入が多方面でなされているが、建設省においても構造物の設計の標準化、自動化を推進している。そして、これらによって得られた成果の中で図集化の可能なものについては、「建設省制定土木構造物標準設計」として出版されている。一方、橋梁のように支間、幅員、斜角などの設計条件に対して上記標準設計だけではカバーできない構造物、あるいはケーソン基礎や杭基礎のように設計条件が複雑で、技術的判断がより必要であり、図集化しにくい構造物については、「自動設計プログラム」によって対処している。

自動設計・製図の効用

工藤真之助

資料

現在までに開発しているプログラムは、表-1 のとおりであり、これらの一部は(財)国土開発技術研究センターに移管し、建設省、都道府県、公団などはもちろん、民間までその利用ができるようになってきている。

以下に建設省が推進している設計の自動化における効用について述べる。

1. 標準設計の作成

土木研究所にコンピューターが導入されたのは昭和40年であり、図化機は昭和42年である。当時わが国における自動図化機の開発は、その緒についた

ばかりであり、土木研究所に導入された図化機は、ドラム型でペン1本の装着、用紙幅30cmであり現在からみればチャチなものであったが、当時におけるプログラム開発ではさほどの不便は感じなかったと思う。土木研究所における自動図化機導入のいきさつは、それまで人の手によっていた標準設計の図面作成を自動化し、

- ① 図形処理の標準化、統一化を図る、
- ② 多くの図面を短期間で作成する、
- ③ 図面審査の省力化を図る、
- ④ 図面作成のコストを低減する、

などの効果によって、標準設計の作成作業の合理化を図ろうとしたものである。

その結果、昭和44年7月、設計計算から製図まですべてコンピューターによる成果物の第1号として、ポストテンション方式PC単純T桁橋の標準設計が出版されたが、これは当時コンピューターによる自動設計の考え方を示した点で評価を受けたものと自認しているところである。そして、これらはその後部分的な改良を行ったものの現在もお1つのスペックとして参考に供せられている。

2. 技術基準への影響

構造物の設計は、対象となる技術基準を骨子として種々の肉付けが行われることによって完了する。この場合、手計算で行う場合は、その時々に応じて判断を加えることができるが、設計をコンピューター化する場合には、人間の持っているひらめきや判断を随時加えることができないので、設計の考え方や手順についての設計アルゴリズムを明確にしてお

表-1 土木研究所で開発した汎用自動設計システム一覧表

構造物	プログラムのステップ		入力 (個)	出力		
	設計 プロ	図化 プロ		計算書 (ページ)	図面(枚)	
ボックスカルバート	一連*	800 3500	約 20	4	A1判×1	
	二連*	2100 3500	20	4	A1判×1	
擁壁	重力式*	400 -	約 10	5	-	
	逆T式*	800 2000	10	5	A1判×1	
	控え壁式	1500 3400	10	5	A1判×1	
下部橋	重力式*	3000 10000	11~30	8	2~3	
	逆T式*	3700 13300	13~40	10	2~3	
	控え壁式*	5000 17000	16~40	14	2~3	
	ボックス式	10000 -	50	30	-	
工橋脚	小判・円形・矩形*	8000 18000	約 100	15	3~4	
	ラーメン*	12000 35000	約 170	50~60	8~10	
上部橋	ポストン単純T桁橋*	10000 12000	約 30	20	A1判2	
	プレテン単純T桁橋*	2000 5600	30	15		
	プレテン中空桁橋*	2500 11000	30	15		
	プレテン単純スラブ	6000 11000	約 100	40	A1判×5	
	プレートガーダー橋*	38000 61500	50~100	50		
	鉄筋コンクリート床版橋	1500 14400	約 20	15		
	Hビーム橋*	30000 55000	50~100	80		
工橋	横断歩道橋*	17000 -	80	120	-	
	側道橋*	10000 -	50	40	-	
基礎	ニューマチックケーソン*	10000 25000	60~92	20	10~25	
	オープンケーソン*	11500 26900	60~97	20	10~20	
	橋脚用	小判・円形	14000 26000	110~140	40~100	4~5
		矩形	14000 32000	110~140	40~100	4~5
	擁壁	逆T式橋台*	10500 33000	80~100	40~70	6~8
		控え壁式橋台*	12000 33000	80~100	40~70	6~8
	工橋	片持梁一式*	8500 13000	70~80	30~40	3~4
		控え壁式*	9000 17000	70~80	40~50	3~4
		ボックスカルバート	6000 5000	80~90	15~20	3~5
	橋門・橋管	2000 12000	約 30	10	6~8	

注：*印は現在公開中のもの。

く必要がある。われわれのプログラム開発においては、このような問題に対して既往設計に対する調査・整理を行い、従来の設計の考え方の把握に努めるとともに、対象構造物ごとに各機関の専門家の参加を仰ぎ、技術的諸問題についてご指導を賜ったが、その際の検討結果から技術基準へフィードバックした項目がいくつかある。

設計の自動化は、プログラムの汎用性を考慮すると広い範囲から技術基準を見直す機会が生じる。すなわち、様々な条件に対して試算を行うが、これらはそれまで誰も経験したこともないデータの発生量であり、示方書等の規定をそのまま適用すると矛盾する結果の生じる場合や、規定の解釈のしかたを明確にする必要のある場合など技術基準の改良に寄与するところ大である。例えば、構造物の滑動に対する安定を検討するための摩擦係数の考え方は、それまでの規定に忠実に従えば常識的な形状寸法が得られない場合もあったが、その後の改訂ではわれわれの検討結果が考慮された規定となっている。また、技術基準に記述されていない事項の明確化は、設計方式の統一化を図る上からも必要であり、それらの整理結果は、その後の指針や便覧等の作成資料としても大いに寄与している。例えば、各種構造物の部材初期値の設定に対する問題、配筋上の問題、杭基礎などの断面変化の考え方などである。

3. 従来の設計成果の見直し

杭基礎やケーソン基礎を用いる構造物では、設計可能領域が広いことから最適設計を考慮したプログラムとされているが、これらのプログラムによって得られる成果と既往の設計成果を比較する時（プログラムの妥当性の検証を行う上で必要な作業）既往設計の中には経済的に問題なしとしないものが含まれていたり、形状寸法を変えた方が経済的に差がなく安全性の向上が図れると思われるケースがあった。これらは現場条件と照合したわけではないので、成果の比較のみから推論するのは妥当でないかも知れないが、比較検討のケース数がややもすれば省かれがちな従来の設計成果とはその考え方を異にする必要があり、自動設計プログラムの開発を通して既往の設計成果を見直すことができた。

また、自動設計の成果に対して未だ信頼性を問われる場合がある。自動設計による成果は手計算による成果に比べて厳密解となることは否めないが、まったく同じ条件に対する結果を比較すればほぼ同じ結果となるはずである。自動設計によった場合部材が薄くなりすぎるということは、プログラム利用時の設計条件の設定に問題があるのではないと思われる。また、自動設計プログラムの利用のされ

方にも問題があると思われる。“自動設計”ということでのどのような条件にも利用できると思われていたり、人間の持つひらめきをあらゆる点に期待されるむきもあるが、プログラムという媒体を介しての処理であり、その開発には経済的にもハード的にもおのずと制限がある。

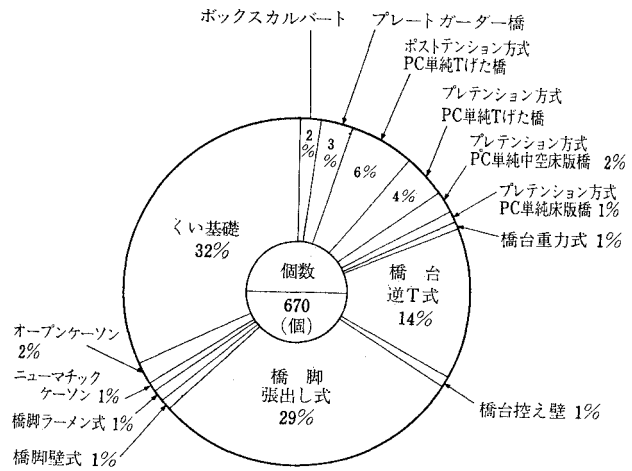
したがって、その利用範囲を十分に把握するとともに、複雑な設計条件の場合はそのデータ収集の道具として利用し、最終的な判断は技術者が行うような利用形態（特に発注者側に対して）が望ましい。

あとがき

構造物設計をコンピューターで行うことは、現在では一般的である。そして、このような情勢に対しては設計過程におけるブラックボックス化が進み、内容の陳腐化をもたらし、設計部門の技術力向上を阻むと危惧されているむきもあるが、現状を振り返ってみると、業務の専門化は進んだものさほどの影響は感じられない。むしろコンピューター社会に遅れまいとそれぞれに努力されている。

光ファイバーによる通信技術の高速道路等への利用などニューメディアの利用が云々されており、コンピューター化は増々進展するであろうし、その有効利用によって技術水準の向上を図ることが本質であろう。

最後に表一に示したプログラムの最近1年間の利用実績を図一に示しまとめとする。



図一 プログラム別利用実績 (昭和58年)