

電算機使用による波浪実験のデータ処理システムについて

清水建設株式会社 海洋開発部 正会員 小林 浩 ○霜田 英磨

1. まえがき

海洋波浪の拠点観測のように、収集装置と処理装置がオフラインになっているような場合には、依然としてペン書きオシログラフ等による記録を人為的に読み取って処理するという方法がとられている。かかる極端な例を引くまでもなく、このようなデータ収集および処理に関する作業は、特殊な場合は別として、各現場、研究機関等で日常一般に行なわれている。その主な理由は、保守、取り扱いが簡単で、わずかなデータを扱うときにはむしろ適当な方法である場合が多いことである。特に実験データに関しては、さまざまな解析を試みる上からも、アナログデータを直接目で確かめながら処理するということには又別の意義もある。周知のように、実験等で取得されたデータには限りない情報が含まれており、さまざまな解析によって、それらを取捨選択して処理が行なわれている。

しかしながら、小規模なデータを詳細に扱わねばならない場合はともかく、実験の目的がある設定された対象に出来るだけ早く到達することにある限り、その規模を拡大することや、又そのテンポを早めることなどに対する要求は必ず生じてくる。したがって、同種のデータを大量に収集、処理しなければならないので必然的にデータ中に含まれる情報のうちのごく限定された部分のみを読み取って処理してゆくことになる。即ちルーテネットワーク的な作業を大量に必要とすることから、もはや人為的にすべてを処理することは困難となってくる。このように、どんな実験においても、それをエスカレートして進展を早めるには常に同じ問題即ち、データ処理の省力化ないし自動化という点に帰着する。一方では、実験解析の分野において、測定技術、解析方法等の進歩に比較してデータの整理および処理能力の向上が必ずしも十分伴わなないというディレンマが存在することも事実である。本稿においては、これらに対する必然的な要求をふまえて、造波水槽を用いて行なっている海洋構造物に対する波浪の実験データを処理するシステムについて、その開発の成果を述べる。更にこのシステムが有する基本的な問題についても触れ、同時に今後の課題として一つの解決策を提示する。

2. オフライン一括処理システム

2.1 システムの概要

一口に実験データ処理システムといっても、そのデータの性格又はデータ発生の条件等その他諸々の制約条件からその方式は千差万別である。それらの具体例およびメリット、デメリット等については割愛するが、一般的にはコンピュータがシステムの中核となることから、データ収集まで含めて考えるのが普通である。

一例としてオシログラフ等に記録されたデータを人為的に処理する場合を考えて見ると、まず処理するデータを確認した後、何らかの方法でそれを数値化し、それをもとに計算処理をして、最後にその結果を図表などの形にまとめるといった図-1に示すようなプロセスになる。重要なことは、これらの各ブロックを合理的に実行してゆくにはブロック間のインターフェイスが

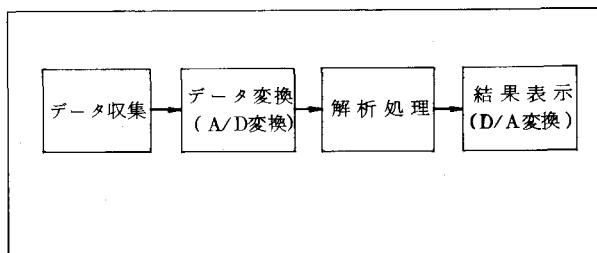


図-1 データ処理のプロセス

十分円滑にとれているということである。

さて、本システムの主な条件となったのは、(1)アナログデータレコーダでデータを収集すること、(2)大型コンピュータで処理すること、(3)A/D変換部と大型コンピュータとはオフラインであること、などであった。したがってシステムの性格はおのずからオフラインの一括処理システムとなり、図-2にその概要を示す。この図からも明らかなようにシステムは2箇所のオフラインによって大きく3つの部分に分割出来るが、その中枢はあくまで大型コンピュータ(IBMシステム370/モデル158)における一括処理部分である。

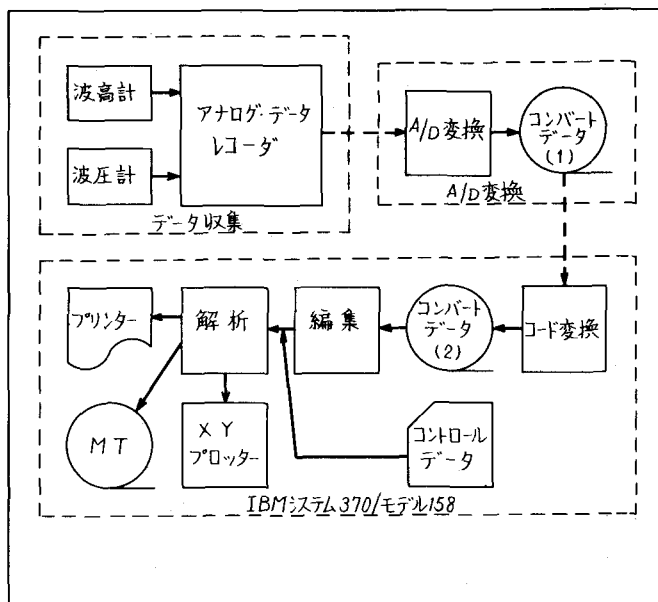


図-2 オフラインデータ処理システム

2.2 A/D変換と編集

実験場で取得されたデータは一切の手を加えることなくそのままA/D変換される。造波水槽を用いて行う波浪実験のデータは、その周期が0.5秒から3秒程度のものがほとんどであるから、サンプリングレートとしては30Hz～50Hzもあれば充分である。勿論サンプリングレートを上げれば上げる程精度のよい波形解析が可能であるが、データ量が莫大になるので処理の方法によっては無駄になったり、かえってマイナスになることもあるので注意を要する。

A/D変換されたデータはコンピュータにそのまま入力することが出来るが、変換器と使用するコンピュータのコードが一部適合しないこともあって、さらにコード変換され、そして処理する順に編集される。このとき重要なことは、データ収集のところで処理すべきデータの部分に、図-3に示すような

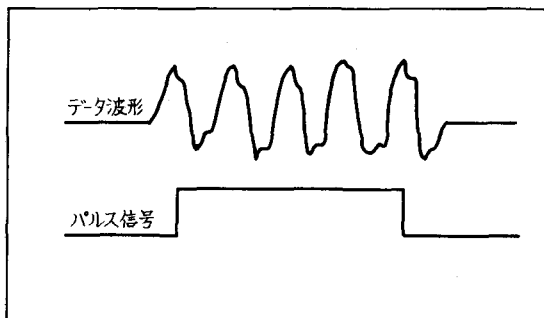


図-3 データ識別のためのパルス信号

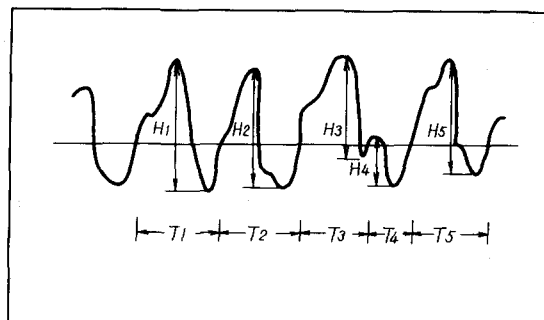


図-4 波形の解析

幅の広いパルス信号を記録しておき、A/D変換後のデータ選別の助けとしていることである。すべてのデータは、このパルス信号の順に編集されそのパルス番号によってデータを識別している。

2.3 波形処理

海洋におけるいわゆるランダムな波浪データの解析には、スペクトル法或いは一般的には有義波法という処理方法がとられているが、後者は図-4に示すように、波形が平均レベルを正のスロープで交わる点から次の交点までを1波とし、おのおの山から谷までの振幅(波高)と2つの交点間の時間(周期)を求めて、

さらにそれらを大きいものから選び出して平均したものを波高又は周期と定めるものである。不規則波の造波水そうで行なわれる実験の波形データもほとんどこれらに準じて処理される。波形の性質は波浪（波高）そのものであったり、波力（波圧）であったりするが、解析の対象がそれらの大きさ（パワー）を見るためのものが多いので、波形データの振幅を求める処理が中心である。有義波という概念は統計的性質を表わすことからデータ量が多いほどその精度が良くなるのであるが、規則波の造波水そうにおいては、得られたデータをそのまま全て平均じて処理することでその目的を達することが出来る。

2.4 処理例

図-5 に処理して得られたアウトプット（プリント）の例を示した。データはすべてチャンネル毎にそれぞれ処理され、1波ずつ正のピーク値と負のピーク値、そしてピークツーピーク値を求め、更にそれらをキャリブレーションしてプリントされる。このリストは、必要な計算処理をするための中間結果であり、又それまでの処理が正確に行なわれているかをチェックする意味からも重要である。紙面の都合上2波までの部分と平均の部分とを結びつけてあるが、通常波のサンプル数は10波程度見込んでおり、最大30波までのリストを作成することが可能である。

3. システムの課題

3.1 A/D変換後のデータ識別について

大型コンピュータを用いてデータを一括に処理する上で一番大きなポイントとなるのは、処理データの識別という問題である。オンラインシステムにお

いては、取得されたデータは直ぐにA/D変換器にかけられることから、この時点で各データにラベルを付すことが出来るのでほとんど問題はない。しかし、オフライン方式だと、データ収集時にA/D変換するデジタル収録方式なら別であるが、本システムのようにデータ収集とA/D変換がオフラインになっているような場合は、データ収録時において変換後のデータを識別出来る何らかの工夫が必要である。したがって2.2で述べたように、このシステムにおいては幅の広いパルス信号を用いている。

しかしながら、A/D変換後におけるデータ識別をもっぱらこのパルス信号に頼っているため、一度その順列に何らかのトラブルが生じると、もはやデータの識別が不可能になるという欠点を有している。そのため、編集時にパルスのチェックを行なって不都合が生じた場合その原因をつきとめるためのモニターをそなえているが、何れにしてもトラブルがあった場合は処理時間を大幅にロスすることはまぬがれない。そこでこのデータ識別法について色々検討を加えた結果、図-6に示すような矩形波をパルス信号のかわりに用いることが出来るという確信を得た。即ち、矩形波の振幅と周波数とを組合せて色々なパターン信号を作成し

*** FILE=1 BLOCK=16 CASE 2-3 M=10 T=1.2 *****

CALIBRATION

CAL1(K)= 0 195 455 712 736 782 735 1455 1442 1432 1478 1472 1458 0
CAL0(K)= 0 39 -72 42 40 119 56 84 92 83 101 105 95 0
CAL2(K)= 0 -686 -72 -641 -652 -571 -616 -1288 -1260 -1264 -1278 -1261 -1267 0

WAVE NO.	CHANNEL NO.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	MAX	663	885	263	1095	1459	514	799	999	69	519	311	1099
	MAXCAL	4.36	6.06	1.95	7.58	10.11	3.37	2.43	5.27	-0.08	2.09	0.87	5.63
	MIN	-681	-643	-137	-681	-697	-313	103	52	0	48	209	33
	MINCAL	-4.97	0.0	-1.31	-5.14	-5.91	-2.74	0.07	-0.23	-0.50	-0.16	0.44	-0.35
	P-P	1344	1528	400	1776	2156	827	696	947	69	451	102	1066
2	MAX	833	871	327	999	1524	551	791	999	39	512	311	1019
	MAXCAL	5.54	6.95	2.13	6.89	10.60	3.65	2.58	5.27	-0.26	2.05	0.87	5.18
	MIN	-692	-667	-58	-861	-748	-315	103	33	-9	35	199	36
	MINCAL	-5.04	0.0	-0.73	-6.42	-6.28	-2.75	0.07	-0.34	-0.55	-0.23	0.40	-0.38
	P-P	1525	1568	385	1860	2272	866	898	966	48	457	112	983
AVE.	MAX	1192	854	250	1125	1487	597	767	1005	24	496	326	1026
	MAXCAL	7.43	6.80	1.55	7.80	10.32	3.98	2.49	5.30	-0.36	1.97	0.93	5.22
	MIN	-724	-643	-137	-770	-762	-335	95	44	-21	32	171	8
	MINCAL	-5.27	0.0	-1.32	-5.78	-6.39	-2.91	0.04	-0.28	-0.63	-0.35	0.28	-0.49
	P-P	1827	1500	388	1897	2250	933	673	961	66	464	155	1018
UNIT OF CALCULATED VALUE	WAVE HEIGHT... (CM)	12.69	4.60	2.87	13.57	16.71	6.89	2.45	5.98	0.28	2.32	0.65	5.71
	WAVE PERIOD... (S)												
	WAVE PRESSURE... (G/CM ²)												

図-5 アウトプット例

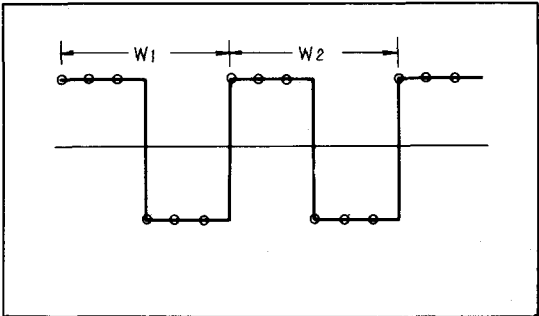


図-6 データ識別のための信号パターン

ておけば、そのパターンとデータとを1対1に対応することが出来てデータの識別が可能である。図からも分る通り、矩形波はA/D変換して数値化してもその振幅と周期を検出することは極めて容易である。問題は精度であり、使用する信号発生器、データレコーダ、A/D変換器等の装置の精度がそのきめとなる。その他、言うまでもなくサンプリングレートなども重要な要素であり、参考までに、これについての簡単な実験結果について言えば、50 HZのサンプリングレートでレベルについて25段階、周波数について20ケース以上を完全に識別することが可能である。

3.2 機能拡張

実験によっては、益々高度な解析が要求される。上述の平均波の処理の他、不規則なデータを扱う統計的な処理機能も必要である。このように処理機能が多様になってくると、おのずからこれらの機能の拡張、削除等が自由に行えるようなフレキシブルな開発手順が要求されてくる。最初にレイアウトした段階でこの点は十分検討してあるが、システムを最適なものに改良、修正するためのチェックは常に行なってゆかねばならない。更に、いかなる開発段階にあっても、現在ある機能はそのまま常時実用に供することが出来るような開発方式も重要になってくる。

4. あとがき

平均波を求めたりする一見単純そうに見える処理でもコンピュータで行うと、あらゆる点で処理するためのアルゴリズムを検討しなければならない。特に正確な処理が要求されることから、全く同じ処理機能を持ったプログラムを別のアルゴリズムで完成させて、臨機応変に使い分けるような工夫もしている。一般に、大型コンピュータで実験データを前処理の段階から用いるのは少々勿体ないようにも思われるが、何といってもその大きなメリットは、大容量のプログラム開発が可能なこと、又端末機が充実しているのでかなり多様性に富んだ処理の方式がとれることなどである。

参考文献

- 1) 海洋波浪の調査研究に関する現況報告書 (E C O R 日本委員会波浪委員会)
- 2) 副島 毅 他 「波浪データの取得・処理法について」 50年度港湾技術研究所講演会講演集
- 3) 川合 平夫 「実験データ処理の自動化と省力化」 ティアック・アプリケーションノート 1973-6
- 4) 高橋智晴 他 「波高計による観測データの処理方法」 港湾技術研究所資料 39