

II - 1 AC サーボモーターを用いた不規則振動流実験システムの試作

東北大学大学院工学研究科 正員 ○ 山 路 弘 人
 東北大学大学院工学研究科 正員 M. A. S A M A D
 東北大学大学院工学研究科 正員 田 中 仁

1 はじめに

波による底質移動現象に重要な意味を持つ波動底面境界層の機構解明のために、管路内を流体が往復する振動流を用いた実験的研究がなされている。これまでは、正逆流ともその変動流速値が等しい正弦波の対称振動流による実験が主であったが、最近では非線形波動場を模擬した非対称振動流や不規則振動流による実験も行われている。1)、2)

本報告では、不規則波動場を模擬するために試作し実験に供している不規則振動流実験システムの概要と、本システムを用いた不規則振動流の発生事例について述べることにする。

2 不規則振動流実験システム

本実験システムは、①不規則振動流発生部、②実験風洞部、③流速測定部、より成り、作業流体として空気を用いている。ここでは、この実験システムの不規則振動流発生部について詳述する。

不規則振動流発生部は、大きく分けて、①ACサーボモーター部、②直線往復運動機構部、③ピストン部より成っている。(図-1)

ACサーボモーター部は、モーター本体と専用のモータドライバ（松下電器製 ミナスシリーズ、AC200V、3Kw）及び制御信号発生用パソコンより成り、パソコンからのアナログ指令信号（位置制御用）に追従動作をする。

直線往復運動機構部は、ボールネジ（ $\phi 25\text{mm}$ 、ピッチ6mm、 $L=1100\text{mm}$ ）とガイドレールの役目を果たすリニアシャフト（ $\phi 30\text{mm}$ 、 $L=1300\text{mm}$ ）、及び移動滑車の役目を担う1対のリニアヘッドから構成され、サーボモーターの正逆回転を直線往復運動に変換しピストンを駆動している。

ピストン部分は、内径が150mm、200mm、300mm、400mmの4種類の塩ビ製パイプを実験ケースに応じて交換して用いることにしている。

制御用指令信号は、あらかじめ、ピストンの直径や風洞断面積及び所要の風洞内の変動流速からピストンの変位量データを計算しておき、パソコンにセットしてあるD/A変換ボードからアナログ信号（電圧）により、時々刻々のピストン変位量として信号調節計に指示する。更に信号調節計に実際のピストン位置信号（電圧）をフィードバックすることで、制御指令信号にピストンが追従動作するような制御系を構成している。

このような追従制御系においては、制御パラメータ（例えば、PID制御であれば、比例ゲイン K_p 、積分時間 T_i 、微分時間 T_d ）を出来だけ制御応答が最適に行えるよう設定することが必要である。

システムの最適制御のために、本サーボモーターシステムでは、モータドライバにパソコンを接続して、オプションの制御パラメータ設定ソフトを用いて各種制御パラメータをトライアルに設定したり、ソフト上の自動最適パラメータ設定機能を用いることにより、所要の動作制御を行うことが可能となった。これらの設定パラメータは初期設

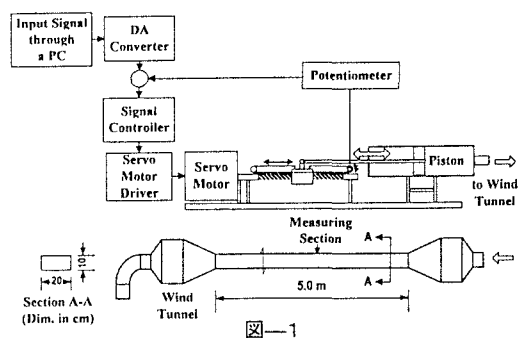


図-1

定する時にドライバ内のEPROMに格納しておくことにより、制御システムの大幅な変更がない限りは再調整やパラメータの再設定の必要はない。

安全対策として、このサーボモータシステムでは、モーターが異常な信号入力などのトラブルにより、直線移動部の正常な移動範囲を越えて作動するような場合には、直線移動部の前端部と後端部に設置しているリミットスイッチを作動させ、モータードライバへの供給電源をブレーカーにより遮断してモーターを緊急停止することになっている。

3 不規則振動流の発生例と本実験システムの評価

試作した不規則振動流実験システムにより発生されたピストン変位記録と実験風洞流速変動記録の例を図-2及び、図-3に示す。図-2には層流領域（低レイノルズ数領域）の不規則振動流のピストン変位（グラフ上部）と境界層外縁の流速変動（グラフ下部）を示し、図-3には乱流領域（高レイノルズ数領域）のピストン変位と流速変動の様子を示している。いずれの場合も点線が計算されたピストン変位（制御用入力信号）と境界層外縁の流速変動の記録例で、実線が本実験システムにより発生されたピストン変位と境界層外縁の流速変動の信号記録例である。

本実験システムの評価としては、境界層外縁の変動流速値の一部で計算された値と実際の観測された流速値に僅かな誤差が見られるが（グラフの上向き矢印部分）、層流域、乱流域ともに概ね最適な制御状態が維持されている。これらの事を総合的に勘案すれば、この不規則振動流実験システムは、その本来の機能を有しかつ発揮していると判断して差し支えない。

4 まとめ

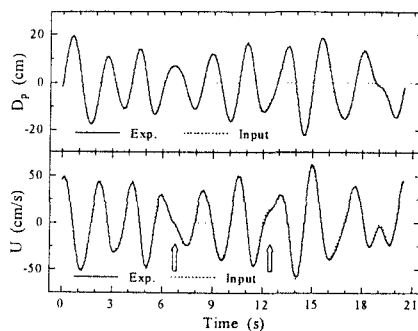
現地沿岸波浪場を模擬する不規則振動流実験システムを手作りで試作した。この実験システムは概ねその機能を発揮することが可能である事が示された。この実験システムを用いた実験により、不規則波動場の底面境界層に関する知見が得られつつある。これまで、

底面が滑面の場合の層流域、乱流域について、底面境界層内の変動流速分布や、底面剪断応力変動などの研究成果が得られて、下記に示す引用文献にまとめられている。

謝辞： 本実験システムの試作にあたり、鹿児島大学海洋土木工学科の中村和夫技官より、電子制御技術について指導と助言を戴きました。ここに記し謝意を表します。

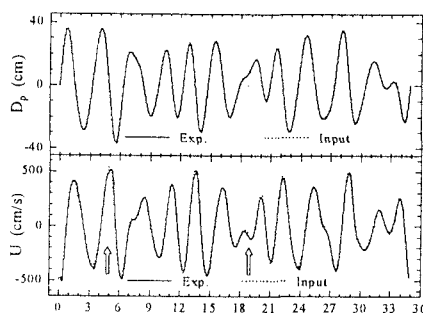
引用文献

- 1) ムスタファ アタウス サマド、田中 仁、山路 弘人、「不規則波底面境界層の実験」海岸工学論文集、第46巻、PP21～25、1999
- 2) Samad, M. A, Tanaka, H. and Yamaji, H.: Experiments on turbulent transition in the bottom boundary Layer under irregular waves, 水工学論文集、第44巻、2000。（印刷中）



Case 1, $T_{1/3}=2.0$ s, $U_{1/3}=56.1$ cm/s, $Re_{1/3}=6.78 \times 10^4$

図-2



Case 2, $T_{1/3}=3.0$ s, $U_{1/3}=506.8$ cm/s, $Re_{1/3}=8.06 \times 10^4$

図-3