

東北大学工学部 正負 岩崎敏夫

東北大学大学院 学生負の揚 澤民

§1. 序論 津波や潮汐のような長波の模型実験をおこなう場合には、造波水槽の長さか波長に比して短かいので、反射波による干渉をさけるために特殊の工夫が必要となる。そのために自動制御装置を用いることとし、その特性について研究をおこなった。

図1は、この自動制御装置の中の水理系平面図を示す。あらかじめ500mmφロートバルブがある閘度にして、600mmφ軸流ポンプを運転し、水を低水槽へポンプ→ M_1 → M_2 →低水槽のように循環せしめ、高水槽の水位を一定に保つ。次に、500mmφロートバルブの閘度を加減すれば、高水槽へ水が送られて、長波を発生する。ロートバルブの弁は電子油圧式調節器によって制御する。

図2は、自動制御装置のブロック線図であって、(i)水理系、(ii)電子油圧調節器部分、(iii)高水槽出口でここに波高計を設けて、その信号 δ をフィードバックして、目標値 R との差をうけようとする。バルブ操作量 C を与えるものである。 G_2 は造波水槽に出入する流量であり、 $G_2(s)$ 、 $G_1(s)$ 、 $K(s)$ は、それぞれ電子油圧式調節器、水理系および高水槽出口の伝達関数を示す。本文では $G_1(s)$ について調べた。

§2. 水理系特性の理論的解析 理論的解析をおこなう際、図1で示した、

入口から M_1 までを「系I」

M_1 から高水槽出口までを「系II」

M_1 から M_2 までを「系III」

M_2 から500mmφパイプの出口までを「系IV」

M_2 から350mmφパイプの出口までを「系V」とおいた。

この5つの系から、各々の全水頭方程式を「定常流時」および「非定常流時」に分けてたて、さらに連続方程式を用いて、前後7つの方程式を得た。これ等を簡略化、線型化、また必要に応じて、微小量を無視し、最後に次のラプラス方程式を得た。

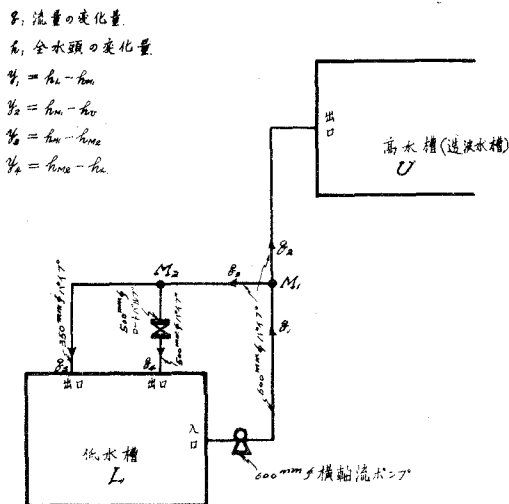


図1 (水理系平面図)

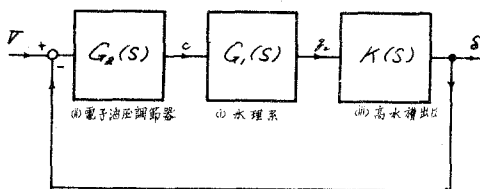


図2 (全装置ブロック線図)

附: "四角枠内"は伝達関数。
"円"は加算分岐点。
"逆"は引き出し点。

即ち $(S + m_1) Q_1 = n_1 Y_1$

$(S + m_2) Q_2 = n_2 Y_2$

$(S + m_3) Q_3 = n_3 Y_3$

$(S + m_4) Q_4 = RC + n_4 Y_4$

$(S + m_5) Q_5 = n_5 Y_5$

$Q_1 - Q_3 = Q_2 = -A_1 S (Y_1 + Y_2)$

$Q_3 = Q_4 + Q_5$

(1)

(2)

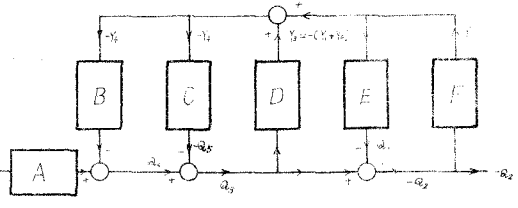
(3)

(4)

(5)

(6)

(7)



$A = \frac{R_1}{S + m_1}, B = \frac{R_2}{S + m_2}, C = \frac{R_3}{S + m_3}, D = \frac{R_4}{S + m_4}, E = \frac{R_5}{S + m_5}$
 $F = \frac{R_6}{S + m_6} + \frac{R_7}{S + m_7}$

図3 (水理系ブロック線図)

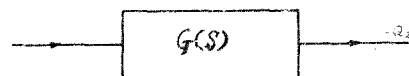


図4 (二図変換後の線図)

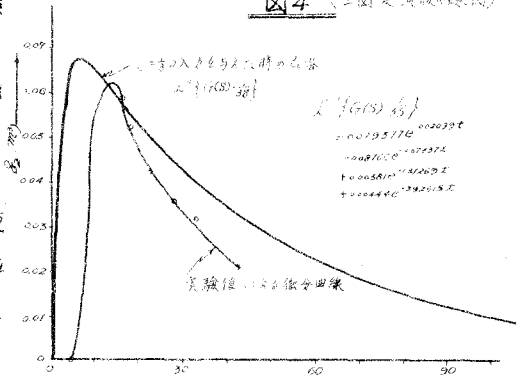


図5 (インデシヤル応答)

以上の変換式を使って、ブロック線図を描けば図3のようになる。このブロック線図をさらに変換によって簡略化すれば、最後に図4のようになる。

3. 実験結果と結論 次に実験によって上述の係数を求めて、 $G(s)$ の表示式を得た。これを用いて、インデシヤル応答(図5)、流量積分曲線(図6)およびボード線図(ゲイン曲線図、位相曲線図を含めて)を描いた。さらにインデシヤル応答の実験を行なった。その結果を図6の中に入れて原曲線と比較対照し、またその微分係数を図5に加えた。これらにより、両者の傾向は大体一致しているが、実験値は一般的に減衰が早かった。

これで本制御装置のかなり重要な部分の特性が明らかになったので、さらに $G_2(s)$ 、および $K(s)$ と一緒になされた総合特性についての研究を進めてより講演の折りに発表する。

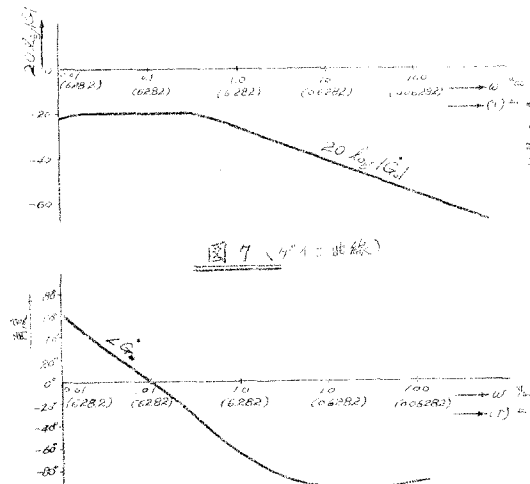


図7 (4°A: 位相線)

図8 (位相曲線)

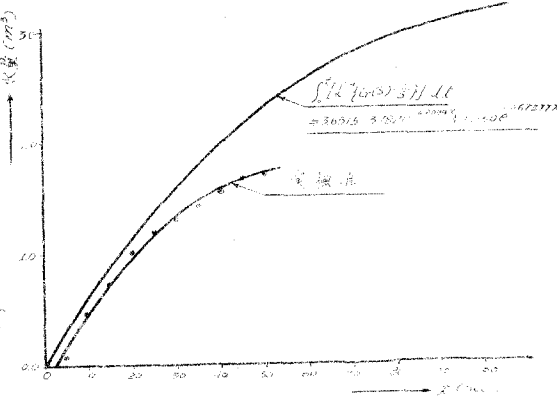


図6 (流量積分曲線)