II-151　水理実験による不定流の数値計算法の検討

京都大学工学部　正員　井上 和也
京都大学工学部　正員　岩佐 義朗
中国電力土木部　平岡 順次

前報[1)]で段波の発生する流れのシミュレーションを試みた．その計算結果では，時間が十分経過すれば一定の伝播速度を有する定常な水面形が得られ段波が計算上減衰したと考えられたが，一方経過時間の短かいときにも連続的な水面形が得られ明瞭な段波の発生を見ることはできなかった．本報は，段波を発生させた水理実験の結果と，測定された水位変化を境界条件とした数値計算の結果を比較し，波形の再現性と連続式の検討を行なったものである．　実験では長さ10mの水路に段波を発生させ，水路内の4点(図-3)で水位測定を行ない，最上流のもの(No.0)を上流端境界条件設定用とした．　数値計算では運動量解析法を適用した．すなわち，

$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=0 \quad \cdots(1), \qquad \frac{\partial Q}{\partial t}+g\frac{\partial M}{\partial x}=gA(S_0-S_f) \quad \cdots(2)$$

ここで，比力: $M=\beta Q^2/gA+h_G A\cos\theta$ である．(1),(2)式で構成される保存則系に関するRankine-Hougoniotの式は段波に関する水理学的な関係に他ならない．計算方法は特性曲線法[2)](CH法と略する)とLax-Wendroff法(LW法)によった．　図1，2，3は計算結果と実験値を比較したものである．図2の場合は下流端に堰を設け，No.3の測点値を下流端境界条件とした(段波は堰で反射している．)　これらの図からつぎのことがいえる．(i)LW法による計算は段波の前後の水位，通過する時間など実験値とよく一致し，段波の急激な変化がよく再現される，(ii)CH法による計算は全体としてはLW法と大差ないが，急な変化が分散され平滑化される，(iii)その結果，実験値およびLW法で見られる下流側ほど水位の上昇が急で段波の発達する傾向が，CH法では逆となっている(図2)，(iv)LW法は段波の後面で振動のある変化を示す．　図1・2には，つぎのC_rの変化が示されている．

$$C_r(t)=\frac{\left(\int_0^t (Q(L,t)-Q(0,t))dt+\int_0^L (A(x,t)-A(x,0))dx\right)}{\int_0^t Q(L,t)dt}$$

(L: 水路長)．LW法では $C_r\approx 0$ で(1)式を積分した連続式が計算上ほぼ満たされているのに対し，CH法では連続性がかなり乱されることが分る．このことおよび上述の(ii)，(iii)はLW法が2次の精度であるのに対し，ここでのCH法のそれが1次であることによると考えられ，段波のように変化の急な流れにはこのCH法は十分な精度を有しないといえる．

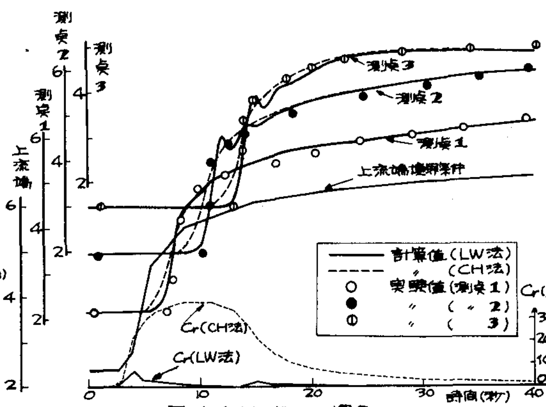

図-1 せき上げのない場合

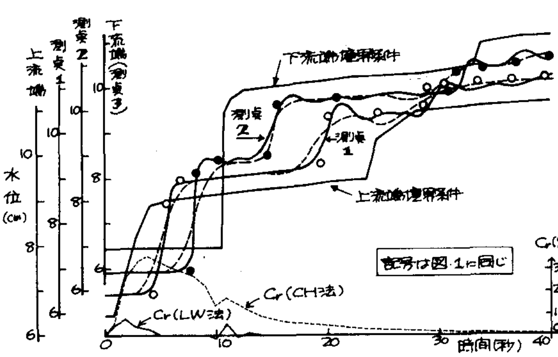

図-2 せき上げた場合

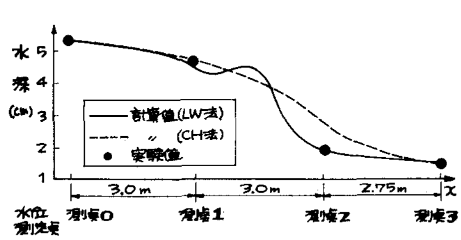

図-3 せき上げのない場合の水面形(t=10秒)および測定点の配置

1) 岩佐・井上・片山，第30回年講II-191 / 2) 岩佐・井上・伊丹，第29回年講II-117