専門科目（午後）　２７　大修
土木工学（水理学２）

時間１３：３０～１６：３０

図-1 に示すように傾斜する幅広矩形水路上の区間 1-2 で跳水が生じている．このとき，(1)から(6)の問に答えよ．なお，跳水前後において流れに垂直方向の加速度は無く，水路底面に働く摩擦力が無視できるものとする．また，運動エネルギーの修正係数と運動量の修正係数はいずれも 1 とする．図-1 の q は単位幅流量（時間に関わらず一定），d_1 と d_2 はそれぞれ跳水前後の水深（水路床に垂直な方向にとった値），m は跳水区間の水の質量（単位幅あたり），L は跳水区間の長さを表し，$m = \rho L(d_1 + d_2)/2$，$L = A(d_2 - d_1)$ と近似できるものとする（A は $A\sin\theta < \cos\theta$ を満たす定数）．水の密度をρ，重力加速度を g とする．

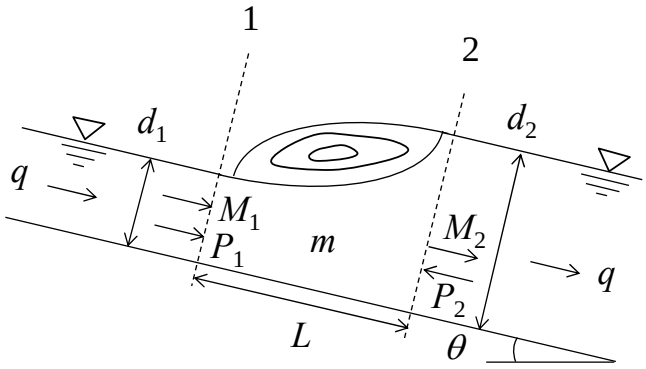

図-1　傾斜水路上の跳水

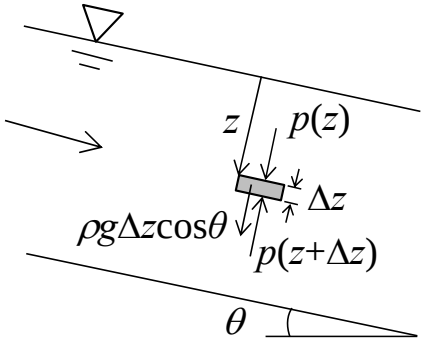

図-2　断面 1 における微小要素に作用する力のつり合い

(1) 断面 1 と 2 を単位時間に通過する単位幅あたりの運動量（運動量束）をそれぞれ M_1，M_2 とし，断面 1 と 2 に垂直に働く単位幅あたりの全圧力をそれぞれ P_1，P_2 とする．このとき，この跳水区間における運動量保存則を M_1，M_2，P_1，P_2，m，θ，g を用いて表せ．

(2) 運動量束の差 $M_1 - M_2$ を q，d_1，d_2，ρを用いて表せ．

(3) 断面 1 において，水面に垂直な方向の深さ z における圧力 $p(z)$を z，θ，ρ，g を用いて表せ．ただし，$p(z)$は図-2 に示した厚さΔz の微小要素に作用する流線に垂直な方向の力のつり合いから求めよ．なお，大気圧はゼロとみなす．

(4) 全圧力の差 $P_1 - P_2$ を d_1，d_2，θ，ρ，g を用いて表せ．

(5) 跳水区間に対する運動量保存則に基づき，単位幅流量 q を d_1，d_2，θ，g，A を用いて表せ．

(6) 断面 1 における全水頭 H_1 と断面 2 における全水頭 H_2 の差 $H_1 - H_2$ を d_1，d_2，θ，A を用いて表せ．