

平成 31 年度先端技術科学教育部博士前期課程入学試験問題

水 理 学

(一般入試)

(知的力学システム工学専攻 建設創造システム工学コース)

(注意事項)

1. 問題用紙および解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題用紙、解答用紙は、この表紙を除いて問題用紙 2 枚 (解答用紙を含む) である。
3. 解答は、解答用紙の指定された番号の解答欄に書くこと。指定された解答欄以外に書いたものは採点しない。また、裏面に解答したものも採点しない。
4. 解答開始後、解答用紙の所定欄に受験番号をはっきりと記入すること。
5. 配付した用紙はすべて回収する。

水 理 学 その 1

第1問 図-1に示すようなダム頂部に設置されたラジアルゲートに働く全静水圧を求めたい。このとき、以下の問いに答えよ。なお、ゲートの厚さは無視するものとする。

- (1) 以下の文章は、ゲートに働く全静水圧 P を求める手順を記したものである。文章中の空欄 1 から 15 に最も適切と思われる語句、文中や図中の記号とそれにより表される数式などを記入し、文章を完成せよ。なお、水の密度を ρ 、重力加速度を g とする。

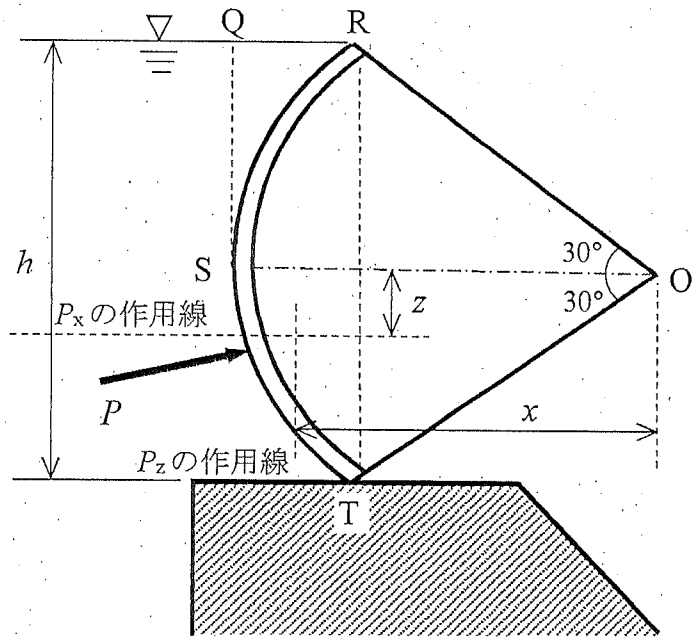


図-1 ダム頂部に設置されたラジアルゲート

ラジアルゲートのような曲面に働く静水圧を求める際には、通常水平方向成分と鉛直方向成分とに分けて考える。

水平方向成分については、ゲートの水平方向への投影面に働く全静水圧に等しいことから、高さ

1 に相当する 2 に働く全静水圧と考えることができる。ゲートの幅を B 、2 の図心の深さを h_G とすると、水平方向の全静水圧 P_x は 3 と表される。

一方、鉛直方向成分については、ゲートの曲面 RS に対しては図中の記号 4 で囲まれた部分の水の重さが 5 向きに、また、曲面 ST に対しては図中の記号 6 で囲まれた部分の水の重さが 7 向きにそれぞれ働くことから、結局曲面全体としては 8 で囲まれた部分の水の重さが 9 向きに働くこととなる。8 の部分の面積を A_z とすると、鉛直方向の全静水圧 P_z は 10 と表される。

以上より、全静水圧 $P = 11$ のように計算され、またその作用方向が水平面となす角度を θ とすると $\theta = 12$ のように表される。また、 P の作用線が O 点を通ることから、 O 点から P_x 、 P_z の作用線上に下ろした腕の長さをそれぞれ z および x とすると、 O 点周りのモーメントが 0 であることより 13 の式が成り立つ。 P_x の作用位置（深さ） h_c は、2 の断面二次モーメント I_0 を用いて 14 と表されることから、 z は 15 のように表され、13 の式より P_z の作用位置 x が求まる。

- (2) ダム上の水深 $h = 7\text{ m}$ 、ゲートの幅 $B = 1\text{ m}$ として P_x 、 P_z 、 P 、 θ 、 z および x を求めよ。ただし、 $\rho = 10^3\text{ kg/m}^3$ 、 $g = 9.8\text{ m/s}^2$ 、 $\pi = 3.14$ とする。

【第1問の解答箇所】

(1)	1	2	3	4
	5	6	7	8
	9	10	11	12
	13	14	15	
(2)	P_x	P_z	P	
	θ	z	x	

小計	点
----	---

受験番号	第	番
------	---	---

水 理 学 その2

第2問 図-2に示すような幅 $B=25\text{ m}$ の長方形断面を有する底こう配 $1/2,000$ の開水路流れについて、以下の問いに答えよ。ただし、粗度係数は底面(n_1)と側面(n_2)とで異なるものとする。(左右の側面では同じ)。解答にあたっては、計算式だけでなく、考え方や用いる式の説明などをできるだけ記載すること。

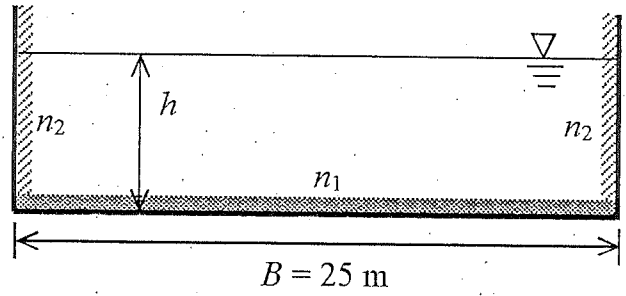


図-2 長方形断面開水路

- (1) 平常時等流状態の流れにおいて水深 h と流量 Q の観測を行ったところ、それぞれ 1.0 m 、 $14.0\text{ m}^3/\text{s}$ であった。底面と側面の粗度係数の違いを考慮せず、水路全体に対する代表的な粗度係数(合成粗度係数という)を用いる場合、合成粗度係数はいくらとなるか。
- (2) 洪水時等流状態の流れにおいて水深と流量の観測を行ったところ、それぞれ 5.0 m 、 $185.0\text{ m}^3/\text{s}$ であった。合成粗度係数はいくらとなるか。
- (3) 場所ごとに異なる粗度係数を用いると、合成粗度係数 N は次式によって求められる。

$$N = \left(\frac{\sum S_i \cdot n_i^{3/2}}{\sum S_i} \right)^{2/3}$$

ここに、 n_i は場所ごとの粗度係数、 S_i はそれぞれの粗度係数に対する潤辺長である。(1)で求めた平常時の合成粗度係数を底面の粗度係数 n_1 に等しいとした場合、(2)の洪水時の条件において側面の粗度係数 n_2 はいくらとなるか。

- (4) このように水深によって変化する合成粗度係数を用いずに、水深 h と流量 Q の関係を $Q = a(h+b)^2$ (ただし、 a および b は定数)で表した場合、上の観測結果を用いてこの水路に対する a 、 b を求めよ。ただし、 $b > 0$ とする。

【第2問の解答箇所】

小計	点
----	---