論 說

底面積の最小なる砂防堰堤

K. Suzuki; The weir, which has the least areal base.

(昭和二年十月十九日受理)

鈴木 恭 介

貯水用又は發電用の爲築設する堰堤には、底面積の小さいものを必要とすることが屢あるが、砂防堰堤に於ても地盤其他の關係で、出来るだけ底面積を小ならしめねばならぬことがある。故に此處に、最小底面積を有する砂防堰堤に關する研究の結果を發表することにした。参考になれば幸甚である。

一、本文中に使用する記號

h	放水路上部までの堰堤の高さ	B	堰堤の底厚	b	堤冠厚
n	堰堤水裏法	H	堰堤に作用する水壓	G	單位長さの堰堤の重量
w	單位體積の堰堤の重量	γ	單位體積の流水の重量	f	摩擦係數
V_g	流水の限界速度	k	安全抗壓強度	g	重力加速度

論 說 底面積の最小なる砂防堰堤(鈴木)

H。放水路の深さ

F 堰堤の横断面積

二、砂防堰堤としての安定条件

梯形横断面を有する堰堤で、底面積の最小なものは、水裏面にのみ法を有するものでなければならぬ。斯かる堰堤に於ては次の關係がある。

$$B = b + nh \dots \dots \dots (1) \quad G = \frac{B+b}{2} \cdot hw \dots \dots \dots (2) \quad H = \frac{1}{2} \gamma h^2 \dots \dots \dots (3)$$

さて、砂防堰堤として安定なる爲には、任意の各層面に於て、次の條件を具備せねばならぬ。

(一) 顛倒せぬこと 之が爲には、垂直力と水平力との合力が底面内に作用することが必要である。然し(二)の條件を備ふれば、本條件は必ず備ふるから、特に検査する必要はない。

(二) 滑動せぬこと 之が爲には、 $H \cdot G \cdot f$ 間に次の關係があることを必要とする。

$$\frac{H}{G} \equiv f$$

(三) 堰堤内部に張力を生ぜしめぬこと 之が爲には、合力線が、核内(中央より左右六分の一以内)に作用することが必要であるが、底面積が最小なときは、合力線が、丁度核點に作用するときであるから、次の關係があればよい。

$$\frac{B}{h} = -\frac{n}{2} + \sqrt{\frac{5}{4}n^2 + \gamma} \dots \dots \dots (5)$$

(四) 壓碎せられぬこと 之が爲には、底面の最大壓力強度が、安全強度 k を超えぬことが必要で、合力の作用點が核點と一致するときは、次の關係がある。

$$\frac{2G}{B} \equiv k \dots \dots \dots (6)$$

(6)式の $G \cdot B$ に、夫れ夫れ(1)式及(2)式を代入すれば $\frac{(2b+nh)hw}{b+nh} \equiv k \dots \dots \dots (6a)$

(五) 放水路から落下する水又は石の爲に水裏面を損傷せられぬこと 之が爲には、次の關係があればよい。

$$n \equiv V_g \sqrt{\frac{2}{g(h \sim H_0)}} \dots \dots \dots (7)$$

三、底面積最小なる堰堤の $B \cdot b \cdot n$ の値

以上五條件を満足するもので、 B の最小なるものが求めむとする堰堤である。

(一) 堰堤内部に張力を生ぜしめぬ最小底厚

$$\frac{B}{h} \text{ の極小値を求むる爲に } \frac{\sqrt{\frac{B}{h}}}{\sqrt{\frac{B}{h}}} = 0 \text{ とおけば、次式を得る。 } n = \sqrt{\frac{\gamma}{6w}} \dots (2)$$

$$(8) \text{ 式の値を(5)式に入れ、 } B = 2\sqrt{\frac{\gamma}{6w}} h \dots (3)$$

$$(8) \text{ 式(9)式及(1)式より次式を得る } b = \sqrt{\frac{\gamma}{6w}} h \dots (10)$$

(8) 式及(10)式から、堤底厚が最小で、且内部に張力の起らぬ堰堤は、堤冠厚 b と水裏法敷 nh とが等しく、其値は、共に $\sqrt{\frac{\gamma}{6w}} h$ であることが分明する。

$$(5) \text{ 式に於て } n = 0 \text{ とおけば、次式に示す如き矩形断面の堰堤底厚を得る。 } B = \sqrt{\frac{\gamma}{6w}} h \dots (11)$$

(9) 式と(11)式から最小底厚を有する堰堤の底厚は、矩形断面を有する堰堤の底厚の九割弱で足りることが分る。

以上求め得た大さの堰堤が滑動、壓碎及水裏面の磨損に對し、安全であるや否やを検するに、

(一) 滑動に對する安定の検査

$$(4) \text{ 式の } H \text{ に(3)式を、又 } G \text{ に(2)式(9)式及(10)式を入れ、滑動せぬ爲の條件式は、次の如くなる、 } \frac{\sqrt{5}}{3} \sqrt{\frac{\gamma}{w}} \geq f \dots (12)$$

積工の摩擦係數 f 〇・五七乃至一・〇〇(註一)で、普通〇・七六(註二)が認められて居るから、之を用ゐれば、

$$\frac{\sqrt{5}}{3} \sqrt{\frac{\gamma}{w}} \geq 0.76 \quad \frac{\gamma}{w} \geq 1.04$$

γw は、大抵一より小さいから、前述の最小底厚の堰堤は、滑動に對し安全であると謂ひ得る。

(二) 壓碎に對する安定の検査

$$(6) \text{ 式の } b \text{ 及 } n \text{ に夫れ夫れ(10)式及(8)式を入れ、次の壓碎に對する安定條件式を得る、 } \frac{3}{2} w \sqrt{\frac{\gamma}{k}} \dots (13)$$

安全抗壓強度 k は、平方糎に付、良質の地盤では、二・五乃至四・〇 延、積工では六・〇乃至一二・〇 延(註三)である。又 w は普通一立方米に付、一、八〇〇乃至二、五〇〇 延である。今 $w = 2400 \text{ kg/m}^3$ $k = 80,000 \text{ kg/m}^2$

とし、壓碎に對し、安全なる積工の高さ h 米を求めれば、(13)式に依て、 h が二・二米以下なれば、壓碎せられる虞はない。即ち、

$$\frac{3}{2} \times 2,400 / \sqrt{80,000} \quad \sqrt{22.2}$$

次に $h = 30,000 \text{ kg/m}^2$ として、地盤を沈下せしめぬ様な堰堤の最大高 h 米を求めれば、八・三三米となる、即ち、

$$\frac{3}{2} \times 2,400 / \sqrt{30,000} \quad \sqrt{8.33}$$

(四) 水裏面の磨損に對する安定の検査

放水路から落下する水又は石礫の爲に、水裏面を害されぬ爲には、(7)式の關係があればよい、そこで(7)式の n に(8)式を入れれば米單位の次式を得る、 $0.98(h-H_0)^{\frac{2}{3}} \sqrt[3]{V_0^2} \dots\dots\dots (14)$

(14)式の關係が成立する場合には、 $n \cdot B$ 及び γ が、夫れ夫れ(8)式(9)式及(10)式に示す値をとるものが求むる所の堰堤である、例へば

$$h = 5.0 \text{ m} \quad H_0 = 1.0 \text{ m} \quad w = 2,400 \text{ kg/m}^3 \quad \gamma = 1,300 \text{ kg/m}^3 \quad \text{すなはち} \quad 0.98 \times (5.0 - 1.0) \times \frac{1,300}{2,400} \sqrt[3]{V_0^2} \quad 1,456 \leq V_0$$

限界速度が一、四六米／秒以上であればよい。もし V_0 が割合に小さくて、(14)式の關係が成立せぬ場合には、次の如くにして所要堰堤の大きさを決定する。

四、 n に制限あるとき $B \cdot n$ 及び γ の求め方

n が(8)式に示す値をとるとき、 B/h は最小となり。 n が此値から遠かる程、 B/h は益大となるから、 B/h を小にする爲には、 n に制限ある場合にも、 n をして、成るべく(8)式の値に近かしむることが必要である。隨て斯の如き場合には、

(a)、與へられたる制限内に於て、(8)式の値に最近き n を求め、(b)、(5)式に依て B/h を求め、(c)、(1)式に依て b を求め、(d)、(5)式に依て壓碎に對する安定の検査をすればよい。

此場合堰堤の重量 G は、 n に制限のないときに比し大となり、(4)式の關係は容易に成立し得るから、滑動に對する安定の検査は省略しても差支ない。

註一、諸戸北郎著、理水砂防工學工事編三二頁

註二、同書九頁

註三、同書五頁

$\frac{\gamma}{w}$ の 値

$\frac{\gamma}{w}$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
1.6	0.63	0.69	0.75	0.81	0.87	0.94	1.00	1.06	1.12
1.7	0.59	0.65	0.71	0.76	0.82	0.88	0.94	1.00	1.06
1.8	0.56	0.61	0.67	0.72	0.78	0.83	0.89	0.95	1.00
1.9	0.53	0.58	0.63	0.69	0.74	0.79	0.84	0.90	0.95
2.0	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90
2.1	0.48	0.52	0.57	0.62	0.67	0.71	0.76	0.81	0.85
2.2	0.46	0.50	0.54	0.59	0.64	0.68	0.73	0.77	0.82
2.3	0.44	0.48	0.52	0.57	0.61	0.65	0.70	0.74	0.78
2.4	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.63	0.67	0.71	0.75
2.5	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60	0.64	0.68	0.72
2.6	0.39	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.61	0.66	0.69
2.7	0.37	0.41	0.44	0.48	0.52	0.55	0.59	0.63	0.66

底面積最小なる砂防堰堤の大きさ

$\frac{\gamma}{w}$	$n = \sqrt{\frac{\gamma}{5w}}$	$\frac{B}{h} = 2\sqrt{\frac{\gamma}{5w}}$	$\frac{b}{h} = \sqrt{\frac{\gamma}{5w}}$	$\frac{F}{h^2} = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{\gamma}{5w}}$	$\frac{H}{G} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{\gamma}{5w}}$
0.40	28.28	0.5657	0.2828	0.4243	0.4714
0.45	30.00	0.6000	0.3000	0.4500	0.5000
0.50	31.62	0.6325	0.3162	0.4743	0.5270
0.55	33.17	0.6633	0.3317	0.4975	0.5528
0.60	34.64	0.6928	0.3464	0.5196	0.5774
0.65	36.06	0.7211	0.3606	0.5408	0.6009
0.70	37.42	0.7483	0.3742	0.5612	0.6236
0.75	38.73	0.7746	0.3873	0.5809	0.6455
0.80	40.00	0.8000	0.4000	0.6000	0.6667
0.85	41.23	0.8246	0.4123	0.6185	0.6872
0.90	42.43	0.8485	0.4243	0.6364	0.7071
0.95	43.59	0.8718	0.4359	0.6538	0.7265
1.00	44.72	0.8944	0.4472	0.6708	0.7454

備 考 γ は四捨五入の際は切り捨てらるべきもの

第九卷第九號所載鈴木氏論文「砂防堰堤水叩の長さに就て」正誤

頁	行(又は箇所)	誤	正
六	一三	二力	二
六	一四	垂直分力	垂直分速
六	一四	水平分力	水平分速
七	三	垂直分力	垂直分速
九	二	一	g
九	三	八倍	二倍
一〇	一五	一	g
一二	九	摩擦抵抗	摩擦抵抗
一二	一三	一	g
一三	一	$2\sqrt{H_1 h}$	$2\sqrt{H_1 h}$
一七	一	Baumgartner	Baumgartner
一八	表	J/R	R/J
一八	$R=1.0$ $J=0.02$	4.23	4.26
一八	$R=0.8$ $J=0.07$	6.82	6.62
一八	$R=0.6$ $J=0.10$	9.68	9.67
一八	表	V_n/V_m	V_n/V_m

頁	行(又は箇所)	誤	正
一八	$R=0.7$ V_n/V_m	0.79	0.78
一八	$R=0.8$ V_n/V_m	0.78	0.79
一九	九	$\left(1 + \frac{14}{c}\right) V_m C$	$\left(1 + \frac{14}{c}\right) V_m = C$
二〇	九	$AH = -34.49 \frac{V_m}{c}$	$AH = -34.49 \frac{V_m}{c}$
二三	$R=0.3$ トキ Cノ値	49.13	19.13
二三	$R=0.3$ トキ V_{max}/V_m	1.51	1.81
二三	$R=0.8$ トキ V_{max}/V_m	1.54	1.55
二三	$R=0.1$ $J=0.05$	1.91	1.92
二三	$R=0.6$ $J=0.03$	4.46	5.46
二五	一	$\frac{V_n}{2g} + \dots$	$\frac{V_n^2}{2g} + \dots$
二六	一三	g	g
三〇	四	堰堤	堰堤
三〇	一五	近似	近似式
三一	一	$\left(\frac{h+H}{2} + \frac{V_{max}^2}{4g} + \frac{V_{max}^2}{2g}\right)$	$\left(\frac{h+H}{2} - \frac{V_{max}^2}{4g} + \frac{V_{max}^2}{2g}\right)$

三三	11	$\left(\frac{h+H}{2} - \frac{V^2 m_{oz}}{2g}\right)$	$\left(\frac{h+H}{2} - \frac{V^2 m_{oz}}{2g}\right)$
三四	六	$\sqrt{\frac{H + \left(1 + \frac{15.62}{c}\right) \frac{2V^2}{m}}{2g}}$	$\sqrt{\frac{H + \left(1 + \frac{15.54}{c}\right) \frac{2V^2}{m}}{2g}}$
三六	$R=0.3$ $J=0.2$	0.53	0.33
三八	$R=0.3$ $J=0.04$	0.64	0.67
三九	11	となるか	となるから
四〇	$H+100RJ=1.4$ $h=1.5$	3.0	2.30
四〇	$H+100RJ/h$	12.2	12.0
四〇	"	20.5	12.5
四〇	"	30.0	13.0
四〇	$H+100RJ=3.5$ $h=12.0$	12.63	12.96
四一	$R=\frac{H}{2}=0.2$ $h=8.0$	3.78	2.78
四一	$R=\frac{H}{2}=10.0$ $h=4.0$	7.0	7.20
四一	$R=\frac{H}{2}=10.0$ $h=6.0$	8.11	8.71

論説 底面積の最小なる砂防堰堤(鈴木)

秋田縣鹿角郡地方の森林樹木名方會(一)

其昔秋田縣鹿角郡と言へば頗る遼遠の地とせられ、其の地の八幡平山(はちまんだいと呼ぶ)の如きは、頂上にアオモリトドマツの森林、其の上部に樺松帯あり、奥羽地方としては豊富なる樹種を有するも未だ世に知られざりき、近時大館町より鹿角郡の中心地たる花輪町迄鐵道の便開け、昔時の面目を更むるに至れり、適々昨年八月秋田營林局の聘により、牧野博士と共に該山の調査に従事し、其の傍方言を取調たるに頗る面白きものあり、茲に記録する事とせり、本調査に當り、花輪營林署吉岡一耶氏の助力を受けたる所多し、特記して深謝す。

ムラサキシキブ(ヤマモメノキ) ミツバウツギ(コメノキ) ヒイマカヤ(シヨンバ) サハグルミ(ヤス) オニグルミ(クルミ) ヤマナラシ(ドロ) デロノキ(カドロ) サハシバ(クチゲロ) ダケカンバ(ガンピ) ウダヒカンバ(ガンピ) ハンノキ(ヤチバ) ヤハンノキ(ヤチバ) ハルニレ(アカダモ) コブニレ(コブダモ) オビヨウニレ(オハウ・オウダモ) ムクゲ(モンキ) ヤマクハ(クワノキ) ホホノキ(ホンノキ) コブシ(タウチザクラ) タムシバ(シバサクラ) クロモザ(トリキシバ) ノリウツギ(サビタ) アヅキナシ(カダスブ) ウシコロシ(アマネ) ルリミノウシコロシ(ニシクリ又ハニシコリ) ウハミツザクラ(コモノキ) シウリザクラ(カラコ) イヌエンサ(エンサ) キハダ(シコロ) ヌルデ(ヒツキ) コーユミ(エンマキ) ミツデカ(デ) ハナノキ イダヤカ(デ) イタヤ ウリハダカ(デ) (ウリノキ) ハウチハカ(デ) (ハナノキ) オホバホダイジュ(オバマンダ) シナノキ(コバマンダ) コシアブラ(コサブナ) ハリキリ(センノギ) ミツギ(ミツキ) ヤマバウシ(ヤマクワ) ヒメアラキ(アノギ又ハアラキバ) リヤウブ(サダメシバ) ヤメガキ(シバガキ) シナノガキ(シバガキ) エゴノキ(アカンチヤ) ハクウンボク(ハビロ) クロムメモトキ(ドスナラ) オホシダ(アラタラ) ヤチダモ(ヤチダモ) シラサ(シユズ) (柳田)