砂粒混在の流水による金属平板の摩耗について*

山下貞二**

On the Abrasion of the Metallic Flat Plate due to the Fluid containing Sand Particles

by Sadaji YAMASHITA

The author has once reported on the influence of the static pressure and velocity of fluid containing sand particles inflicted upon the abrasion of the pelton wheel's buckets, which consistute the curved wall.

In the present report, the author sums up his experimental results of the influences of the velocity of fluid independently inflicted upon the abrasion of the metallic plate-rather short one, medium one and rather long one-placed in parrallel with the flowing direction of the fluid containing sand particles.

The experimental result is in summary as follow : —

The total abrasion loss is in proportion with 2.2 powers of the velocity of fluid and with 3.2 powers of Reynold's Number for fluid, and the longer the plate is, the smaller the abrasion loss per unit area ; the distribution of abrasion is not uniform, and comparing with the former test result it was disclosed that the abrasion of the flat plate was smaller than that of the curved surface wall.

1. 緒 言

筆者は前々報⁽¹⁾および前報⁽²⁾において砂粒混在の流水による わん形水受 すなわち曲面壁の摩耗機構について述べた。

本報告においては、砂粒混在の流水の流動方向に平行におかれた金属材料の平板の場合として、管路内に試片すなわち比較的短い平板、中庸程度の長さの平板および比較的長い平板を設置し、それぞれ実験 A, B, C とし主として摩耗に及ぼす流速の影響について検討した結果を述べるものである。

2. 実験装置

実験装置の全体構造については、すでに報告⁽³⁾したが、全体装置中のヘッドタンク下の実験用小室内に第1図に示すごとく実験装置を適当に取り付け、その下方に実験後流去する砂粒混在の流水を再び集め流出口に導き、流量および砂粒の混入割合をためしうるようにしたものである。流量測定は 15 l 入メスシリンダにて計測すると同時に、重量も計測し正確を期した。

実験用小室内の各装置はヘッドタンク下端より、流量係数を大ならしめるような逆円すいノズル⁽⁴⁾を経てゴム管を通じ試験筒を正確に鉛直に取り付ける。なお

逆円すいノズルは各試験筒の3種の内径と同一内径のものを3種作製し、その内面は円滑なるように製作する

とともに、またこのノズルと試験筒とのゴム管連結は流路断面の変化なきようにした。

試験筒は第2図に示すごとく長手方向に2分され、それらは互に入り組み密着し、その分割された凸の半円筒の分割面に試片をはめ込むようにみぞをつけて試片をはめ、凹の他の半円筒と合致させ、外周壁の上中下の3箇所

第1図

作られた みぞ を針金にて締付け一つの円筒とする。なお外周壁の3箇所を締付けた針金を四方に延ばし実験用小室の壁に結び試験筒を正確に鉛直ならしめる。試験筒は実験 A, B, C の各場合について、試片長に応じて全長を 80, 110, 155 mm とし、半円筒に3個ずつ計6個、5個ずつ計10個、8個ずつ計16箇所の静

* 昭和30年4月6日 第32期定時総会講演会において講演、原稿受付 昭和32年1月5日。

** 正員、鹿児島大学工学部。

第 2 図

圧測定孔をもうけ、小ゴム管にて水銀マンオメータに結び静圧を $1/100$ mm まで正確に計測した。また各実験 A, B, C について試験筒内径を 10, 15, 20 mm の 3 種とし、ゆえに全実験を通じ、計 9 個の試験筒を用いた。

試験筒下には筒下端面と平行にフラップの上端面があるようにし、フラップは下のねじにより上端面を試験筒下端面と平行のまま上下移動する。この移動をフラップ変位 h としてカセットメータにて正確に $1/100$ mm まで計測する。なおフラップ上端面は円形とし各試験筒の内径の 2 倍大の外径とし、各試験筒に相応するものを使用する。

試験筒内にはさまれている試験片は第 3 図に示すごとく、上下 2 部分よりなり、上部水切は流水中の砂粒衝突により先端部は摩耗状況が変則的であるので摩耗試験の場合は除くこととし、試片上部を水切、下部を摩耗試験片本体とする。なお試験片の水切先端、試験片本体の末端はゲージにて成形、試験片全面とともに紙やすり 0/4 にて所定形状寸法に作製した。なおこの形状については後述の予備実験をなし形状を決定したものである。なお試片材質は七三黄銅圧延板 (板厚 1.6 mm) を用いた。

第 3 図

3. 実験種類

前述の装置により各実験 A, B, C について予備実験と本実験を行った。予備実験としては試片形状決定試験ならびに水力学的実験を行い、本実験は予備実験の結果を利用して摩耗実験条件を定め実験したもので、実験前後の重量減量を求めた。

4. 予備実験

(1) 実験方法

A. 試片形状決定実験

第 3 図に示した試片の水切先端の R を 5, 10, 15 mm とした試片について、試験筒内径と同一内径のガラス管を長手方向に 2 分したもので試片をはさみ、間隔きをカナダブルサムにて封ずるとともに密着させ、上下端をゴム管にそう入し、それに清水並びに砂粒混在の流水を実験範囲の平均流速 $50 \sim 550$ cm/s の範囲

において流動させ、キャビテーション、流水の断面縮小などの不都合な事態が発生するか否か、また特に流水が試片水切により分流することにより試片表面の両側に沿うて流動するか否かも検討したもので、第 4 図 (a) はガラス管を示すものである。

(a)

(b)

(c) (d)

第 4 図

B. 水力学的実験

実験 A, B, C の各 3 種の試験筒とフラップとよりなる装置に砂粒混在の流水を流動させた場合の水力学的特性を求めめるため、各試験筒に試片をそう入し、フラップ変位 $h=0$ なる時の静圧が等しくなるように試験筒の取付位置を定め、フラップ変位 h を 0 より $0.25 \sim 0.50$ mm ずつ増加し、静圧および流量を計測する。ただし $h=0 \sim 2$ mm は砂粒が

試験筒下端面とフラップ面との間げきを閉そくし実験不能であった。

イ. 静圧測定 各試験筒の各静圧測定孔の示す静圧の平均値を、そのフラップ変位 h の場合の静圧とした。なお静圧測定はキャピテーションなど不都合な事態をひき起さない範囲すなわち静圧が負の値を示さない範囲で行った。

ロ. 流速測定 静圧測定を行うと同時に各試験筒とフラップとの間げきを流出した噴流を集め、その流量を各フラップ変位について 15 l 入メスシリンダにておのおの 3 回あて計測しその平均値をもって流量とし、試片のはさまれている部分における流路の有効断面積、すなわち {(試験筒内部の断面積) - (試片の断面積)} から試片に沿う平均流速を計算し、それとフラップ変位との関係を求めた。また流速の測定は静圧の場合同様静圧が負にならない範囲で計測した。

(2) 実験結果および考察

A. 試片形状決定実験 第4図(c)は各形状の試片をはさんだガラス管内に清水を、(d)は砂粒混在の流水を流動させた場合を示す。この場合、キャピテーションなどの発生は認められなかったが、 $R=5\text{ mm}$ のときは流速大なる場合試片の水切により分流して流水は試片表面よりはガラス管壁に片寄り、十分に試片表面に沿って流動しない傾向が見られる。第4図(b)はこれがはなはだしい場合を示す。したがって流水断面積は縮少すると考えられる。また $R=15\text{ mm}$ の場合

は水切先端を成形するゲージの工作に困難であり、ゆえに以上の不都合のない $R=10\text{ mm}$ を採用することにした。

B. 水力学的実験

イ. 静圧測定 第5図は各静圧測定孔の全平均値とフラップ変位との関係を示す。各静圧測定孔の静圧測定値と平均値の相対誤差は $\pm 0.3\%$ 以下であるから全平均値のそれも $\pm 0.3\%$ 以下である。図中実験 A すなわち試験筒長 80 mm (全試片長=水切+試片本体=40 mm) の場合、試験筒内径 10, 15, 20 mm のときがそれぞれ No. 1 A, No. 2 A, No. 3 A であり、実験 B すなわち試験筒長 110 (全試片長=70 mm) の場合、それぞれの試験筒内径のときを、No. 1 B, No. 2 B, No. 3 B, また実験 C すなわち試験筒長 155 mm (全試片長 115 mm) の場合が No. 1 C, No. 2 C, No. 3 C である。この第5図および第5図を描いた数値により各試験筒の上下の静圧測定孔について検討すると、各フラップ変位 h に対し最上部静圧測定孔の静圧が最大で順次下方へ小になり最下部が最小値を示している。このことは必ずしも、そうであるとは限らないが、この場合の実験結果は小となる傾向を示す。ゆえに試験片に沿ってすなわち流動方向につれて静圧は減少するゆえ、境界層が砂粒により破壊されないで存在するとすれば、試片および試験筒内面から境界層のはく離することはない⁽⁵⁾と考えられる。また各試験筒の場合、フラップ変位 h に関しては、 h が大になるにつ

れ静圧 P_0 は小となる。この関係は空気の場合と同様である⁽⁶⁾。

さらに h が大であるほど上下の静圧測定孔の示す差圧は大となる。また各実験について異なる三つの内径の試験筒において同一の h に対しては試験筒内径が大であるほど静圧 P_0 は大である。

第 5 図

第 6 図

ロ. 流速測定について 平均流速 V とフラップ変位 h との関係は第6図のごとくで図中の記号は第5図の場合と同様である。なおこの V の値は各 h について数回の値の平均値であるが実測値と平均値との相対誤差は 0.5% 以内であり、この場合の砂粒混在率は上記静圧測定の場合も同様であるが 10% (容量百分率) で相対誤差は 0.5% 以内である。まず各試験筒について上下各静圧測定孔の位置における(すなわち試片の位置)平均流速については、筒内径は上下一様であり、ゆえに流路断面

積は一定であるから、また前記試片形状決定実験において水切により流水は分流して流路断面積減少などをひき起さないから、平均流速は上下いずれの位置においても同様と考えられる。また各試験筒について h が大になるほど流量すなわち V は大となり、このことは静圧同様空気の場合と同様である⁽⁶⁾。さらに各実験において異なる三つの内径の試験筒に関して、同一 h に対し試験筒内径が大であれば流量は大であるが、 V としては小となる。

以上の静圧、平均流速測定結果から、静圧については試験筒の最上部静圧測定孔が最大静圧を示し順次小になり、最下部測定孔において最小値を示す。ゆえにこの場合静圧頭は試験筒の上部から下部へ順次小となる。一方平均流速については試験筒の上下において一定であるから速度頭は一定と考えられる。ゆえにベルヌーイ水頭方程式が成立するとすればこの場合のごとき沈降性の砂粒混在流水の場合も泥漿流の場合同様⁽⁷⁾

損失水頭が大となることが考えられる。

5. 本 実 験

(1) 実験方法

A. 流水に混在する砂粒粒度試験 前々報⁽¹⁾に詳述した砂粒の残部のものを利用したもので同様な実験方法によった。なお砂粒の真比重の測定も行った。

B. 摩耗実験について 前記実験装置により各実験 A, B, C について静圧を一定とし流速を変化した場合の摩耗減量を実験前後の重量減量として m. g. にて表示する。なお混在砂粒は容量百分率にて 10%, 実験時間は 30 分間である。

すなわち各試験について第 5 図において静圧 P_0 一定なる場合として 40, 35, 25, 15 mm-Hg (試片全長 40 mm の実験 A においては 5 mm-Hg も加えた) を定め、フラップ変位 h を求めその h により第 6 図より流速 V を決定し、一定静圧の場合の摩耗条件とした。

第 1 表

A. 試 片 全 長 4 cm

No. 1, pipe dia. = 1.03 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	5.90	0.50	498
1 の 2	4.25	1.50	465
1 の 3	3.35	2.50	431
1 の 4	2.65	3.50	397
1 の 5	2.40	4.00	376

No. 2, pipe dia. = 1.52 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	10.45	0.50	433
1 の 2	8.50	1.50	413
1 の 3	5.95	2.50	365
1 の 4	4.77	3.50	332
1 の 5	4.30	4.00	315

No. 3, pipe dia. = 2.00 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	13.85	0.50	394
1 の 2	9.70	1.50	355
1 の 3	7.75	2.50	334
1 の 4	6.30	3.50	303
1 の 5	5.70	4.00	288

B. 試 片 全 長 7 cm

No. 1, pipe dia. = 1.03 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	4.68	1.50	358
1 の 2	3.60	2.50	336
1 の 3	2.90	3.50	312
1 の 4	2.67	4.00	302

No. 2, pipe dia. = 1.50 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	9.06	1.50	393
1 の 2	6.96	2.50	361
1 の 3	5.50	3.50	328
1 の 4	4.95	4.00	250

No. 3, pipe dia. = 2.00 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	13.15	1.50	481
1 の 2	9.70	2.50	352
1 の 3	7.75	3.50	322
1 の 4	7.00	4.00	308

C. 試 片 全 長 10.5 cm

No. 1, pipe dia. = 1.03 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	5.33	1.50	358
1 の 2	3.60	2.50	332
1 の 3	2.85	3.50	310
1 の 4	2.57	4.00	300

No. 2, pipe dia. = 1.50 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	9.08	1.50	394
1 の 2	6.92	2.50	369
1 の 3	5.28	3.50	334
1 の 4	4.67	4.00	320

No. 3, pipe dia. = 2.00 cm

試片 番 号	フラップ 変位 mm	静 圧 cm-Hg	速 度 cm/s
静圧～変位, 変位～流速曲線より			
1 の 1	14.30	1.50	393
1 の 2	10.06	2.50	363
1 の 3	7.94	3.50	333
1 の 4	7.12	4.00	313

第1表はその摩耗条件を示す。

ゆえに試片全長 40 mm の実験 A においては試験筒内径 10, 15, 20 mm のもののおおの五つの一定静圧を定めたゆえ摩耗条件は 15 種あり, その各条件について3回ずつ実験しその平均値をもって一つの摩耗条件に対する摩耗減量としたゆえ, 45 個の試片を用いた。同様に試片全長 70 mm の実験 B については摩耗条件は 12 種で 36 個の試片を用い, さらに試片全長 115 mm の実験 C においては同様 36 個の試片を用い, 静圧を一定とし平均流速を変化した場合と計 117 個の試片を用いた。なお静圧を上記のごとく定めたのは第5図の下部すなわち静圧の小なる場合が, 各曲線からの h を第6図にとった場合, 速度変化が大で流速が広範囲にわたることによったものである。

(2) 実験結果および考察

A. 流水に混在する砂粒粒度試験 前述の実験方法に述べたごとく前々報⁽¹⁾に詳述した砂粒の残部のものを同様な方法により流水中に 10% 混在させたものではほとんどその粒度分布は前々報と一致するゆえ省略する。なお砂粒の混在率を容量百分率にて示しているのは実験上の計測の利便すなわち混入時の計量また廃出口にての混在率の検定計量のためである。また砂粒の真比重は 2.28 である。

B. 摩耗実験について

1. 平均流速と摩耗減量について 第7図は各実験 A, B, C の各一定静圧 P_s について平均流速と摩耗減量の関係を示す。すなわち各静圧一定の場合対数目盛にて示した平均流速 V と摩耗減量 W の関係は直線にて示され, 各一定静圧 P_s の関係曲線は大略おのお*

第 7 図

* の平行関係にあると考えられる。以上の記号のほか、に摩耗面積を A にて示すと各直線の実験式は次のごとくである。

$$\log \frac{W}{A} = n \cdot \log V - k, \quad \therefore W = K \cdot A \cdot V^n$$

式中の n, k, K , 計算値と実測値の平均誤差および相対誤差は第2表に示すごとくである。

第 2 表

記 号		n	k	K	実測値と計算値の 平均誤差 m·g	相 対 誤 差 %
実験条件 試片全長 cm	一定静圧 mm-Hg					
A. 4'00	5'0	2'24	6'608 3	$1/4'508 \times 10^6$	$\pm 3 \times 10^{-3}$	$\pm 1'5$
A. 4'00	15'0	2'23	6'605 3	$1/4'034 \times 10^6$	$\pm 2 \times 10^{-3}$	$\pm 1'7$
A. 4'00	25'0	2'23	6'672 3	$1/4'702 \times 10^6$	$\pm 1 \times 10^{-3}$	$\pm 1'0$
A. 4'00	35'0	2'27	6'797 6	$1/6'274 \times 10^6$	$\pm 3 \times 10^{-4}$	$\pm 2'8$
A. 4'00	40'0	2'31	6'878 8	$1/7'564 \times 10^6$	$\pm 2 \times 10^{-4}$	$\pm 2'2$
B. 7'00	15'0	2'10	6'278 8	$1/1'900 \times 10^6$	$\pm 1'4 \times 10^{-3}$	$\pm 2'0$
B. 7'00	25'0	2'27	6'761 2	$1/5'770 \times 10^6$	$\pm 2'7 \times 10^{-3}$	$\pm 2'8$
B. 7'00	35'0	2'50	7'395 8	$1/2'487 \times 10^6$	$\pm 2'6 \times 10^{-3}$	$\pm 3'6$
B. 7'00	40'0	2'00	6'116 5	$1/1'307 \times 10^6$	$\pm 0'3 \times 10^{-3}$	$\pm 0'5$
C. 11'50	15'0	2'00	6'040 3	$1/1'097 \times 10^6$	$\pm 1'4 \times 10^{-3}$	$\pm 1'1$
C. 11'50	25'0	2'03	6'157 8	$1/1'438 \times 10^6$	$\pm 5'2 \times 10^{-3}$	$\pm 5'0$
C. 11'50	35'0	2'31	6'916 2	$1/8'245 \times 10^6$	$\pm 1'0 \times 10^{-3}$	$\pm 1'4$
C. 11'50	40'0	2'18	6'628 1	$1/4'247 \times 10^6$	$\pm 1'0 \times 10^{-3}$	$\pm 1'6$

以上の関係から静圧 P_s が一定なる場合砂粒混在の流水が金属平板に沿って流動する場合その金属平板の単位面積当り摩耗減量は流速の 2.31~2.00 乗に比例すると考えられる。しかし金属平板が比較的短い場合すなわち試片全長 40 mm のとき平均 2.26 乗, 金属平板が中庸程度の長さの場合すなわち試片

全長 70 mm のときは平均 2.26 乗および比較的長い 115 mm のときは 2.13 乗に比例する。これら実験 A, B, C の総平均としては 2.21 乗に比例する。すなわち試片全長が大になるに従い単位面積当り摩耗減量は小となる。したがって摩耗分布は一様でないことが考えられる。このことについてはレイノルズ数との関

連が考慮される。

2. レイノルズ数と摩耗減量について 上述のごとく単位面積当り摩耗減量 W/A は平均流速 V および試片板の長さ L にある種の間接関係があることが考えられるのであるが、今レイノルズ数 R_e を板の長さ L (cm), 平均流速 V (cm/s) と実験時に示す温度 15°C の流水の粘性係数 μ (g/cm·s) およびその密度 ρ (g/cm³) から作るものとする単位面積当り摩耗減量 W/A と R_e との間に次のごとき関係がある。すなわち L, V , および試片幅である試験筒内径 D をおのおの変化させた場合 W/A と R_e との関係を対数目盛にて示したものが第 8 図である。図中 L および D が一定なる場合, V を変化した結果は同一直線上にあり, また各試片長 L および D の場合については大略おのおの直線は平行関係にあると考えられる。しかし L および D が一定なる時 R_e が大なるほど W/A は大である。また同一 R_e に対しては L の短いほど W/A は大であり, 順次 L が大になるにつれ W/A は小となる。さらにまた D についてはその変化は明確な関係を見出すに至らないが, L ほど著しい影響は与えないと考えられる。

今記号を前述のとおりとすると,

$$\log W/A = n' \log(R_e) + k' \quad \therefore W = K' \cdot A \cdot (R_e)^{n'}$$

第 8 図

*式中 n', k', K' , 計算値と実測値の平均誤差および相対誤差は第 3 表に示すごとくである。以上の関係から

第 3 表

記 号		n'	k'	K'	実測値と計算値の平均誤差 m·g	相 対 誤 差 %
実験条件 試片全長 (水切+L) cm	試験筒内径 cm					
4.0	1.03	3.723	-19.444 37	3.594×10^{-20}	4×10^{-3}	±2.1
7.0	1.03	3.351	-18.657 85	2.199×10^{-19}	2×10^{-3}	±1.9
11.5	1.03	3.169	-18.414 79	3.848×10^{-19}	2×10^{-3}	±2.2
4.0	1.52	3.318	-17.427 49	3.737×10^{-18}	2×10^{-3}	±2.0
7.0	1.52	2.442	-13.843 58	1.434×10^{-14}	8×10^{-3}	±5.9
11.5	1.52	2.615	-15.414 53	3.850×10^{-16}	2×10^{-3}	±2.9
4.0	2.00	3.723	-19.444 37	3.594×10^{-20}	1×10^{-3}	±1.0
7.0	2.00	3.434	-19.106 54	7.825×10^{-20}	1×10^{-3}	±1.1
11.5	2.00	3.414	-19.828 28	1.485×10^{-20}	1×10^{-3}	±1.2

砂粒混在の流水が金属平面板に沿って流動する場合, その金属平面板の摩耗減量はレイノルズ数の $3.72 \sim 2.44$ 乗, 平均 3.24 乗に比例すると考えられる。したがって摩耗減量とレイノルズ数との間には以上の関係があり, ゆえに摩耗減量は前述の R_e の定義から試片板の長さ L の関数である。このことは静水中を運動する平面板の表面摩擦抵抗が, 板の長さのある複雑な関数であることと類似し⁽⁸⁾, 後者の場合板面の境界層の影響が考えられるがごとく前者すなわち摩耗減量についても境界層の影響があると考えられる。このことはすでに噴流がある角度をなして金属平面板に衝突する場合について先報⁽⁹⁾に仮定したことであるが, この場合の摩耗においては試片面近くの境界層は摩耗機構上は保護膜として作用することが考えられ, 砂粒の試片面への衝突接触を緩和するものと考えられる。しかるに境界層の厚さは L は関係して変化する所から摩耗

分布に関連するものと考えられる。したがってレイノルズ数はこの場合の摩耗機構上その摩耗分布に関連するものと考えることが出来る。

以上の本報の実験結果ならびに考察と他の場合と比較すると, 前々報⁽¹⁾, 前報⁽²⁾において, わん形水受すなわち曲率半径をもつ曲面壁に沿って砂粒混在の流水が流動する場合は流速の 3 乗近く (正確には 2.91 乗) に比例し, このことは空気中に粉体が混在する場合と同様であるが⁽¹⁰⁾, 曲面壁においては水より比重大なる砂粒 (比重 = 2.28) は遠心力の作用により曲面壁に押付けられて流動すること⁽¹⁾などにより摩耗減量は大きくなるものと考えることが出来る。ゆえに砂粒混在の流水が金属壁面に沿って流動する場合, 曲面壁は平面壁よりも摩耗減量が大であると考えることが出来, 空気中に粉体が混在する場合, 管類においてわん曲部の摩耗が著しい⁽¹⁰⁾のと同様であるということが出来る。

また流動する空気中に粉体が混在する場合と本実験結果を比較すると、空気の場合は流速の3乗近くであり⁽¹⁰⁾、本実験の場合2.2乗でむしろ二乗に近いものであることが考えられることは、流水とともに砂粒が運動して金属板に接触、衝突する場合の抵抗が水の場合は大であると考えられること、すなわち砂粒が空気より密度、粘性などの大なる水膜に自身おおわれていることおよび金属板面の境界層のため、砂粒の持つ運動量が削減されることによるものと考えられる。

6. 結 論

以上の本報告ならびに前報告の実験結果から総括すると次のごとく考えられる。すなわち

1) 砂粒混在の流水が管路内の金属平面板に沿うて平行に流動する場合、その金属平面板の全摩耗量は平均流速の2.2乗またレイノルズ数についてはその3.2乗に比例する。

2) この場合、金属平面板の長さが大なるほど単位面積当り摩耗減量は小である。すなわち金属平面板の摩耗分布は一様でなく、このことはレイノルズ数が摩耗機構上、その分布に關与するものと考えられることが出来る。

3) 砂粒混在の流水が金属壁面に沿うて流動する場合、曲面壁は平面壁より摩耗減量は大であると考えることが出来る。

本実験は早大名誉教授沖巖博士の御指導による一連の研究の一部である。沖博士ならびに同博士を通じて各方面の御教示を受け、特に早大鋳物研究所葉山房夫先生の適切な御助言を受けるとともに両先生を通じて機械学会水車研究部会の御助力に対し深謝するものであります。また実験に協力した本学部応用化学教室助手上村嘉彦、吉福功美、学生増田勇、藺田徳幸、園田耕三の諸君の労を謝すものであります。

文 献

- (1) 筆者、機械学会論文集, 20 卷 93 号, 355 ページ.
- (2) 筆者、機械学会論文集, 20 卷 97 号, 620 ページ.
- (3) (1) に同じ. 筆者、鹿児島県立大学工学部紀要, 2 号, 68 ページ (1953).
- (4) 沖 巖, 水力学, 119 ページ (昭 23, 3 版).
- (5) 谷 一郎, 流れ学, 149 ページ (1951, 2 刷).
- (6) 設楽正雄, 製鉄研究, 206 号, 481 ページ (1954-3).
小坂 茂, ベアリングエンジニア, 3 卷 3 号, 350 ページ (昭 28-12).
- (7) 三雲・西原・高原, 機械学会誌, 36 卷 202 号 (昭 8).
- (8) 沖 巖, 水力学, 250 ページ (昭 23, 3 版).
- (9) 筆者、鹿児島県立大学工学部紀要, 2 号, 68~82 ページ (1953).
- (10) Fischer & Davis, *Am. Soc. Mech. Eng.*, 1948, 48-A-53.

620. 193. 13

砂粒混在の流水による金属材料の摩耗に及ぼす砂粒の影響について*

山下 貞 二**

On the Influence of the Sand Particles contained in the Fluid on the Abrasion of the Metallic Materials

by Sadaji YAMASHITA

The author had described up to his reports on the mechanism of the abrasion of metals due to the fluid with sand particles.

This report deals with his study on the influence of the sand particles, i.e. the variation of per-centage, the size (grain-dia.) and the shape of the sand particles, mixed in the fluid both when the fluid with sand particles flows in parallel with the metallic plate within the pipe and when the jet with sand particles blown out of the constant head strikes against the metallic plate.

1. 緒 言

砂粒混在の流水による金属材料の摩耗機構について、本報においては、流水中に混在する砂粒の及ぼす

影響なすなわち砂粒混在率、粒度および粒形について述べるものである。

しかるに一般微小固体粒子混在の流水は、その固体粒子の性状、混在率その他により、その流動の様態および機構を異にする⁽¹⁾ことが考えられ、したがって噴流として流動するかあるいは管路内を流動するかにより、その摩耗機構も相違するものと考えられる。

ゆえにいずれの場合についても管路内の場合および

* 昭和 30 年 10 月 15 日 東京秋期講演大会, 昭和 31 年 4 月 3 日 第 33 期通常総会講演会および昭和 31 年 11 月 15 日岡山臨時大会講演会において講演, 原稿受付 昭和 32 年 6 月 26 日.

** 正員, 鹿児島大学工学部.