

討 議

第 23 卷第 10 號 昭和 12 年 10 月

鉛直線を軸とする渦の相似

(第 23 卷第 7 號所載)

會員 本 間 仁*

公務多端にて充分研究してゐる時日もないので、單なる讀後の感想を述べさせて戴く。従つて當らざる言葉によつて貴重なる論文を害ふ如き點があれば一重に著者の御宥恕を乞ふ。

1. 自由水面の有無の様な境界條件によつて相似律を分ける必要はないと思ふ。相似律の一般的な取扱ひに於ては其處まで觸れてゐないから擧ろ分けられない方が良く考へてゐる。境界條件は個々の問題に就て必要あれば考慮するものとして充分ではなからうか。

2. 理論に関しては異見もないが、實驗に関しては流体の粘性又は摩擦抵抗の影響ある問題に就て行はねば物足りない様に感じられる。特に渦流 (turbulent flow) の問題では、流速公式の取り方によつて相似律は Reynolds のものとは全く違つた形になるから、各種の場合毎に相似律を確立する必要を生じ、従つて實驗を行つても更に興味あるものになると思ふ。

3. 實際問題として最も困るのは水理試験に於て屢々必要になる水平と鉛直の縮尺を選へた様な場合である。斯かる場合でも摩擦抵抗の影響がなければ一般に相似律は確立される。然し重要なのは摩擦抵抗のある場合であつて、その時の相似律は極めて複雑且つ寄り處のないものである。著者の御研究が斯くの如き複雑な問題に對して一々觸れる事は難しいにしても、總括的な指導精神を與へられん事を期待する。

著者 會員 大坪喜久太郎**

本間さんから公務御多端にも不拘御討議下さいまして有難ふ御座いました。以下各項に就て御答へします。ただ御討議を戴いてすぐ所要の爲旅行に出掛け月末にようよう歸りましたので御返答も遅れました事を幾重にも御許し下さい。

1 問に對して 第 23 卷第 7 號に載せられた題は“鉛直線を軸とする渦の相似”であるから自由面の場合であります。其の際相似律一般の事に就て今少しく論及したかつたのですが、御存じの通り京都の第 1 同學術講演會は時間に制限がありましたものですから述べなかつたのです。又題目上強いて述べるにも及ばないと考へたのです。一般水理問題は運動方程式と連続等式とがありますれば總て解く事が出来る筈であります(尤も解法不能に立ち到る場合が多いのですが)。従つて相似律を確立するには此の兩者の相似を確立すればよいのではないかと私は考へるのです。そこで外力として重力のみ働いてをるものとしませう。オイラーの完全流体の運動方程式は圧力を受けて居る流れの場合は

* 内務技師 内務省下關港修築事務所勤務

** 北海道帝國大学助教授 工学士

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p_0}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= -\frac{dv_x}{dt} \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial p_0}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= -\frac{dv_y}{dt} \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial p_0}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= -\frac{dv_z}{dt} - g \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

此の内 p_0 は運動を起す以前の一定点の静圧力を表して居るとします。従つて平衡状態にある場合には次の式が満足されると思ひます。

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p_0}{\partial x} = 0 ; \frac{1}{\rho} \frac{\partial p_0}{\partial y} = 0 ; \frac{1}{\rho} \frac{\partial p_0}{\partial z} = -g \dots\dots\dots (2)$$

此等の關係を (1) 式に代入しますれば

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= -\frac{dv_x}{dt} \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= -\frac{dv_y}{dt} \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= -\frac{dv_z}{dt} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

今本文にありますと同様 M_1 及 M_2 の 2 つの相似の運動を考へて見ますれば (3) 式から

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial x_1} &= -\frac{dv_{x_1}}{dt_1} \\ \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial y_1} &= -\frac{dv_{y_1}}{dt_1} \\ \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial z_1} &= -\frac{dv_{z_1}}{dt_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3')$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial p_2}{\partial x_2} &= -\frac{dv_{x_2}}{dt_2} \\ \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial p_2}{\partial y_2} &= -\frac{dv_{y_2}}{dt_2} \\ \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial p_2}{\partial z_2} &= -\frac{dv_{z_2}}{dt_2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3'')$$

となり之に $\frac{1}{\rho_2} \frac{\partial p_2}{\partial x_2} = \frac{\alpha}{m\lambda} \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial x_1}$ 及 $\frac{dv_{x_2}}{dt_2} = \lambda\theta^{-2} \frac{dv_{x_1}}{dt_1}$ 等の關係を入れますれば

$$\left. \begin{aligned} \frac{\alpha}{m\lambda} \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial p_1}{\partial x_1} &= -\lambda\theta^{-2} \frac{dv_{x_1}}{dt_1} \\ \dots\dots\dots & \\ \dots\dots\dots & \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3''')$$

なる式を得られます (3') 及 (3''') を比較して見ますれば明に

$$\frac{\alpha}{m\lambda} = \lambda\theta^{-2} \dots\dots\dots (4)$$

なる條件を満足すれば相似が成立する事になります。かくの如く自由面を有する流れとは相似の條件が其の趣を異にして居ます。ですから相似律の基本研究にはかく 2 つに分けて考へた方が便ではないかと思ふのです。尚ほ連続等式に於ては非圧縮性流体でありますれば兩者の場合同一に成る事は明らかであります。

2 問に對して 本間さんの言はるゝ通りです。實地の水理問題としましては摩擦抵抗の影響を考慮せねばならぬ場合が極めて多いのですから、及ばずながら其の方面にも微力⁽¹⁾を盡して居りますが、大勢の人々に依つて長い間かゝつてやらねば到底出来ない事でしょう。

3 問に對して 2 問が本當に解決されざる限り 3 問は尙更困難事であつて私の知識腦力を以つてしては現在到底解決が困難と思ひます。外國に於ても亦日本に於ても水平と鉛直の縮尺の変へた實驗を實驗所の場所或は觀測の関係、又表面張力の關係等で餘義なくやつて居られるのでせうが、其の結果に對して摩擦を無視した理論其の儘の相似率を採用する事はどうかと私は前々疑問を有して居るものであります。此等の問題が完全に解決出来ますればたゞ水理学のみならず航空学更に廣く一般物理学に裨益する所甚大であつて一エポックを劃するのではないでせうか。

附記 取急ぎ不十分ですが御質問に對して私の意見を述べました私は京都で講演致しましたものは最初考へて居たのゝ4分の1即ち無渦流、渦流其の内に夫々自由面を有する流れ、圧力を受けて居る流れとあり都合4つの内1つに就て述べたのみで、更に残りの3つに就ても期を見て書きたい希望と少しの研究資料を有して居るのですが今は其の時期に達して居ません。

滿洲國大洋河橋工事報告

(第23卷第6號所載)

會員 眞 鍋 簡 好*

川崎三則氏の赤裸なる体験録を拜讀して、筆者は一種の清朗さと眞靦な氣魄を感じる。以下3項に亙る不躰な質疑を寛恕されたい。

(1) 下部築造 川崎氏の結語にある如く、計畫當初の現地認識及施工法の採擇に徹底を缺いた憾みが、著者の所謂未曾有の7月洪水と相俟つて意外なる基礎築造の難行を齎した事は大体窺はれる。地質及氣象の探查、研究を簡略して正鵠な橋梁經營を望み得ないのは既に常識である。就中滿洲の僻地に於ては、迅速なる施工機械の中間施設營へは困難な事情にあり、夫れ又けに當初の計畫には一層慎重を期さねばならない。事變後3、4年間に於ける各種工事の施工企畫及實行は、其の全部を請負業者の實力信用に委託され、事施工法に關する限り業者の責任は經營を超越したものであつた。此の點大洋河架橋工事施工上の難點は、滿洲架橋の特別認識に遺憾の點があつた業者側に深きを思はせる。

川崎氏の記録に對する所望は、より具体的な工程の實績圖及井筒性能の明示である。各章を總察するに工程の初期計畫は、康德2年晩秋の寒氣から床版コンクリートを外して竣工の豫定で、2月1日には早くも請負入札に附し、寔に好適なスタートを切つて居る。井筒沈下はP₂の4月12日に始まり、次いで14、15、16日とP₀、P₁₀、P₁₁の陸上4基が順發されたのであるから、準備期として約70日の長期を要した譯で、恐らく3月中旬より下旬に至る流水を避けられたものであらう。

(1) 第3回工學會大會(土木關係) Section 2A No. 19

* 坂本組技師