

レイキバケットに作用する流体力

山口大学工学部	齊 藤 隆
山口大学工学部	羽田野 袈裟義
山口大学工学部	○須志田 藤 雄
名古屋大学	沖 誠 一

本研究は、レイキバケットならびにその騒動装置の設計に必要な基礎的な実験資料を得ることを目的に、平均的なレイキバケットの1/10の形状をもつ柱状体に作用する流体力を実験的に検討したものである。

実験は巾1m、高さ10cmの矩形断面風洞に上・下面に3cmのダミーを持つ高さ4cmのレイキバケット形状をもつ主状体を流体力測定幹に設置して行なった。レイキバケットはどのような角度に置かれても、流れ方向に軸に対して非対称形であるので、抗力と揚力とによる合力の方向、ならびにその作用位置が変わり、物体中心軸に関する回転力が逆転することが予測される。このため、本研究室で開発・改良した流体力測定システムを用いて、抗力、揚力、回転力を同時に測定した。これらの力の挙動の原因を明らかにするため、スモークワイヤー法でレイキバケット周辺の流れを可視化した。

流れの主流方向とレイキバケットの設置角度、抗力、揚力、回転力の符号の定義、ならびに後述する図中の描点の定義は図-1に示す通りである。

抗力係数、揚力係数、回転力係数の定義は次式のように定義した。

$$C_D = 2F_D / \rho A_D U^2$$

$$C_L = 2F_L / \rho A_L U^2$$

$$C_T = 2F_T / \rho A_D D U^2$$

ここに、 F_D 、 F_L 、 F_T は抗力、揚力、回転力
 A_D 、 A_L は抗力、揚力方向の投影面積
 D は柱状体の高さ
 U は十分上流における風速である。

抗力係数

図-2は抗力係数と R_e 数との関係を設置角度をパラメーターとして描点したものである。設置角度 90° の描点が $R_e = 4 \times 10^4$ において急変している以外は、各設置角度の描点は R_e 数に関係なくほぼ一定値であるとみることができる。設置角度による抗力係数の値をみると、設置角度が大きくなると抗力係数値は大きくなり、 $\theta = 45^\circ$ で最大の抗力係数値を示し、更に設置角度を大きくすると抗力係数値は低下している。スモークワイヤー法によって可視化したレイキバケット周辺の流況をみると、設置角度 $\theta = 0^\circ$ と 90° の場合、バケットの両端から放出されている渦の強さ、規模が非対称で、バケット近傍の流れはバケットに沿うように流れ、バケット前方の死水領域は比較的薄くて、これに沿う流線の曲が小さい。一方、 $\theta = 45^\circ$ の場合、バケットの両端から放出されている渦の強さ、規模はほぼ同じであるため、後流域の流れの変動が著しく、また

図-1 力の定義と描点記号

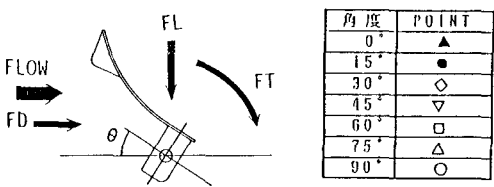
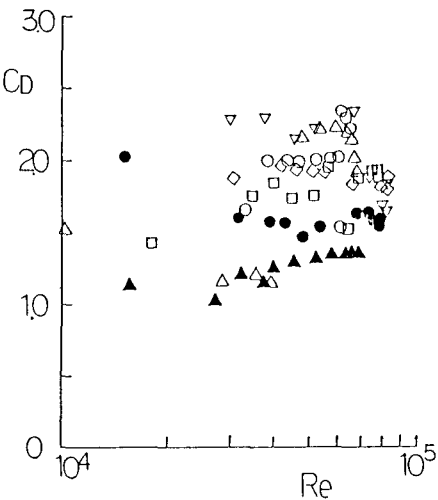


図-2 抗力係数と R_e 数の関係



バケット両端の補剛材のため、バケット前面に大きな死水領域が形成され、この死水流域に沿う流線は大きく曲げられている。両者のバケット前面に形成される死水領域を見掛け上の物体の一部とみなすと、 $\theta=45^\circ$ で最も先端がにぶい物体とみることが出来、 $\theta=45^\circ$ で抗力係数が大きくなることが定性的に説明される。

揚力係数

図-3は揚力係数と R_e 数との関係を描点したものである。 $R_e < 3 \times 10^4$ では実験描点も少なく、揚力の強さが小さいため測定精度も劣ることを考慮すると、本実験範囲においては、揚力係数値は R_e 数によって変化しないとみることが出来る。

図-4は設置角度による揚力係数値の変化をみたものである。図より $\theta=15^\circ$ において最小値（絶対値は最大）をとり、 $\theta=60^\circ$ で揚力の方向が逆転していることが注目される。流れをスモークワイヤー法によって可視化した流況をみると、レイキバケット背面に形成される剝離領域におけるレイキバケット面の揚力方向の投影面積（正、負方向の投影面積の差）の大きさは、図-4の揚力係数値の挙動一致している。 $\theta=15^\circ$ において揚力係数が最大の絶対値となるのは、 $\theta=0^\circ$ では流体力測定幹に固定されている補剛材の上流端において流れが剝離しているが、 $\theta=15^\circ$ では補剛材の下流端において流れが剝離しているため、揚力の正方向への投影面積が減少して、差引投影面積が $\theta=15^\circ$ で最大となるためである。

実機においては、レイキバケットは流れの主流方向と直交する方向に移動しているので、主流流れの約1割程度の速度で移動させた場合に最大の揚力が生じ、主流の流速の1.5倍の速度で移動させると揚力は零となる。

合力の作用距離

合力の大きさと回転力とから求めた、流体力測定幹からの合力の作用距離 R を流れ方向に直交する面へ投影したレイキバケットの投影長でもって無次元化した値を R/D 数に対して描点したものが図-5である。 $R_e < 3 \times 10^4$ では力が小さいため測定精度が劣るために、実験描点が散乱して、明確な傾向を知るためには、測定システムを改良することが必要である。 $R_e > 3 \times 10^4$ における実験描点をみると、設置角度、 R_e 数に関係なくほぼ一定値であるとみられる。図の合力の作用距離は、流体力測定幹から合力の作用線に下した距離であるので、レイキバケットのどの位置に合力が作用しているかは表わしていない。この点について現在実験資料を解析しているので、口頭時に発表したい。

抗力係数、揚力係数の挙動を流れの可視化をもとに定性的に説明したが、発表時に可視化写真を提示して説明することになっている。

図-3 揚力係数と R_e 数の関係

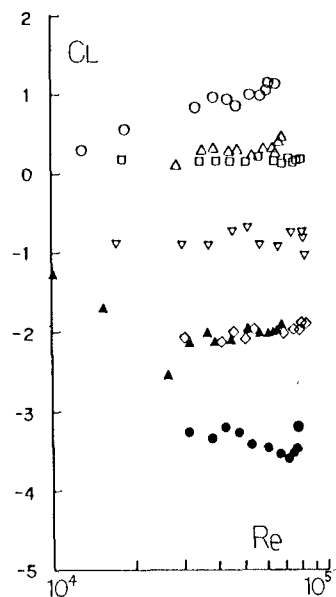


図-4 揚力係数と設置角度との関係

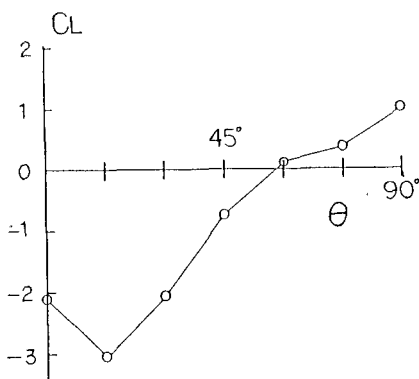


図-5 合力の作用距離と R_e 数の関係

