

底面が回転する円筒容器内の軸対称流: 実験データによる理論の検証 An axisymmetric flow in a cylindrical tank with a rotating bottom: a confirmation of theory by experimental data

伊賀 啓太^{1*}
IGA, Keita^{1*}

¹ 東京大学 大気海洋研究所
¹ AORI, The University of Tokyo

地球や惑星の大気で見られる軸対称な状況にも関わらず、非軸対称になる流れのモデルとして、円筒容器内に水を入れ、底の円盤を回転させるという極めて単純な室内実験によってさまざまな形で対称性の破れた流れが実現される。このような対称性の破れの過程を議論するために基本場として必要となる軸対称な流れを、境界層理論を用いて軸対称解を解析的に表現する試みについて報告を行ってきた。この理論によって、基本場の円形の流れに関連するパラメータの理論的な予測ができる。

この理論的な取り扱いについては、これまでも Tophøj et al. (2013) などによるものがある。そこでは、定常的な軸対称流では、底から与えられる角運動量と側壁に失われる角運動量流体とが釣り合わなければいけないという指導原理のもと、軸対称流を特徴づけるパラメータを決定するが、その角運動量のやりとりを評価する際には、各境界で内部流の流速と境界の相対速度の二乗に比例する角運動量が交換されるというバルク法に基づいて評価を行っている。

そこで、実際に室内実験で得られた結果を用いて、レジームの遷移パラメータ・回転を増やすとともに変化する水深などのデータについて、ここで本研究で行った評価方法から予測される値と、Tophøj et al. (2013) による見積りとの比較を行った。

その結果、本研究から予想されるパラメータは実験結果を非常によく再現していることが示された。運動量交換が相対速度の二乗に比例するという仮定では、側壁における角運動量交換を過小評価し、その結果中の水の回転速度を過大評価してしまうものと考えられる。

キーワード: 回転流, 境界層, 軸対称流, 室内実験

Keywords: rotating flow, boundary layer, axisymmetric flow, laboratory experiment