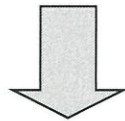


MHD (Magneto-Hydro-Dynamics) 電磁流体力学

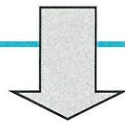
MHD流れとは・・・

磁場下での導電性流体の流れ (特にMHD圧力損失が問題になる)

速度 u , 磁場 B により荷電粒子にローレンツ力($q \cdot u \times B$)が働き誘導電流 J (誘導電場 $u \times B$ (V/m))が発生 (所謂、フレミングの右手則)



誘導電流 J と磁場 B により電磁力 $F = J \times B$ が働く (所謂、フレミングの左手則)



流れを抑える方向に電磁力 F が働き、速度が低下する (誘導電流が大きければ新たに流れに影響する磁場を発生させる)

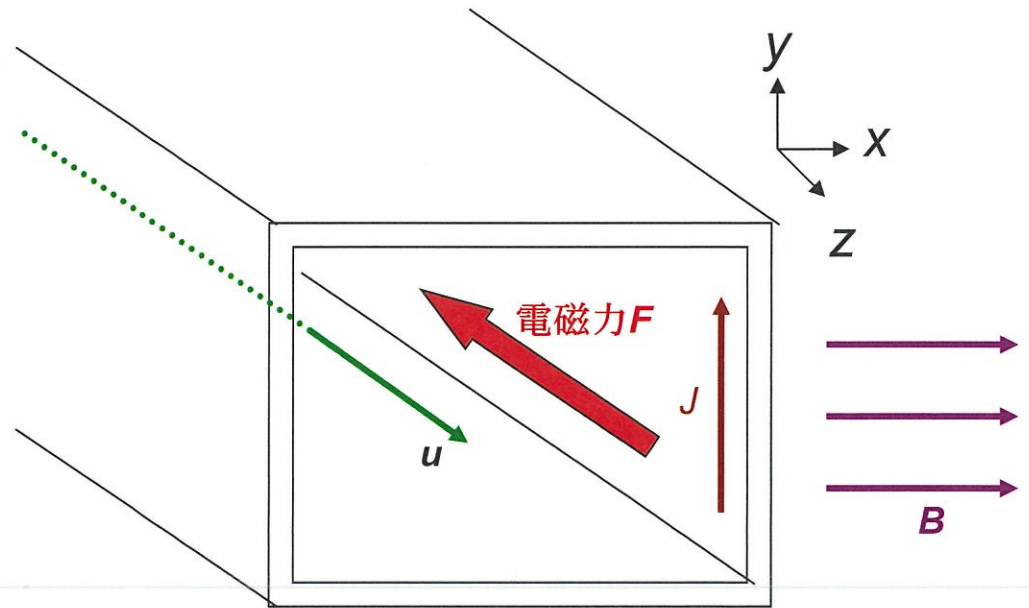
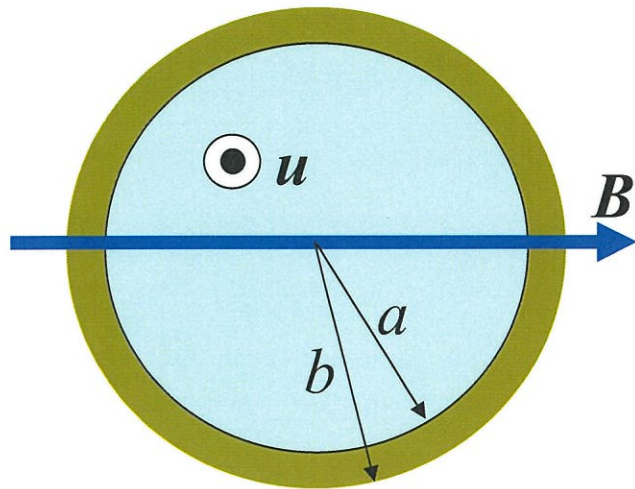


Fig. 矩形管におけるMHD流れ



MHD圧力損失

磁場下の円管内流れに対する圧損発生例



導電性流体が円管内を平均速度 u [m/s]で流れる

- (1) uB [V/m]の電場が誘起
- (2) 誘導電流 $J=K_p\sigma_f uB$ [A/m²]が発生 (Ohm's law)
- (3) 圧力損失 $dP/dx=JB=K_p\sigma_f uB^2$ [Pa/m]
- (4) K_p を決めることに集約される問題 (摩擦は無視)

→ K_p は導電性管壁も電流回路として考慮した負荷係数。従って、管路の形状や流体と壁のコンダクタンス比が重要な支配因子となる

阪大 宮崎教授 (Nuclear Technology/Fusion,4,447, 1983)

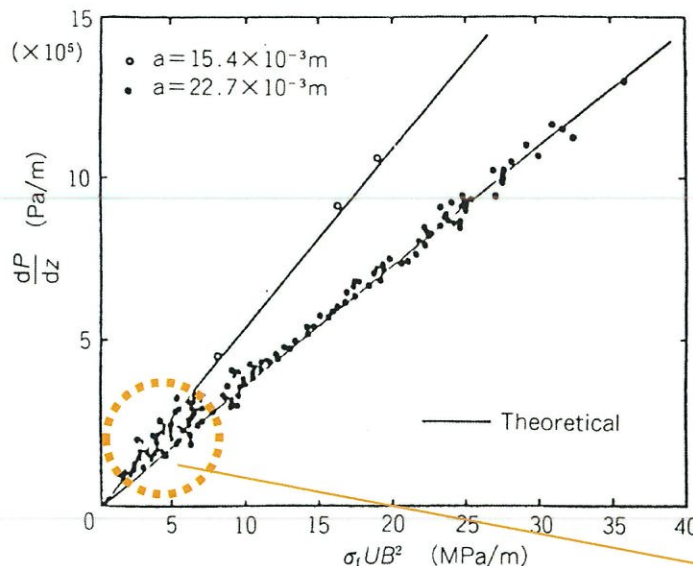


図 NaK ブローダウン MHD 圧損実験結果

流速 u が大きく磁場 B が小さい領域では摩擦損失が効くため圧損が大きい方にシフトするが、MHD効果が大きい領域($Ha^2/Re > 15$)では良く一致

$$K_p = \frac{C}{1+C}$$

$$C = \frac{\sigma_w (b^2 - a^2)}{\sigma_f (b^2 + a^2)}$$

$$= \frac{\sigma_w (b - a)}{\sigma_f a}$$

肉厚配管

薄肉配管(MHD)
圧損低減目的、
強度の問題あり

MHD作用発生の条件と無雑の特徴

外部磁場により発生する誘導電場 E は（流体内部で発生する電圧）、

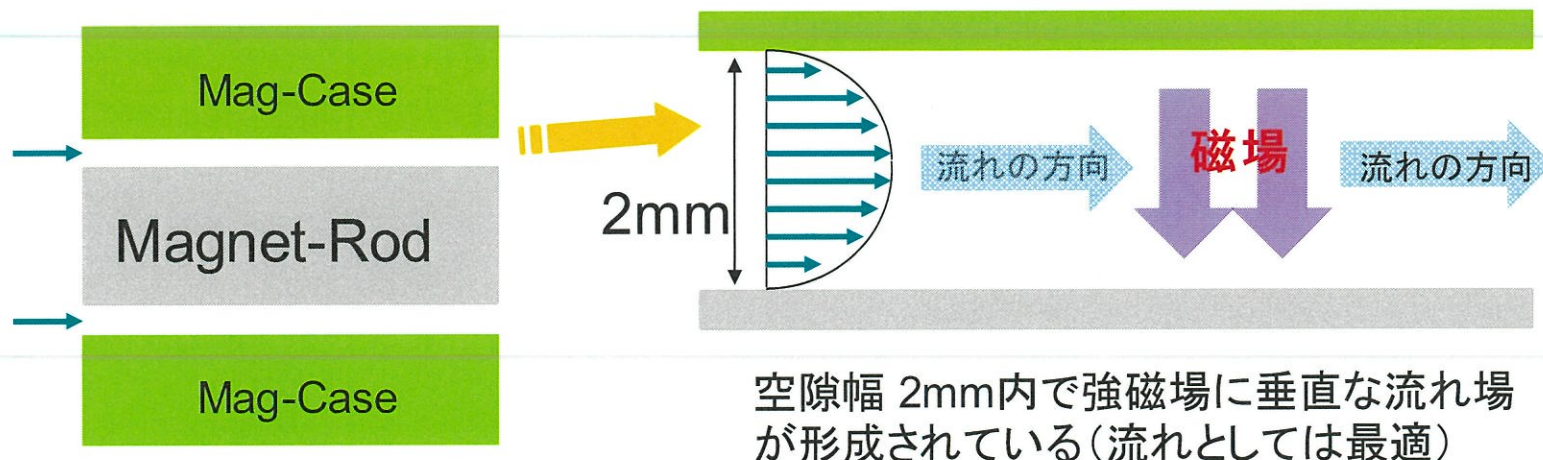
$$E = u \times B = |u| |B| \sin\theta \quad (\text{V/m})$$

で与えられる。つまり誘導電場は、**流れの速さ**、**方向**、**磁場の方向**が重要

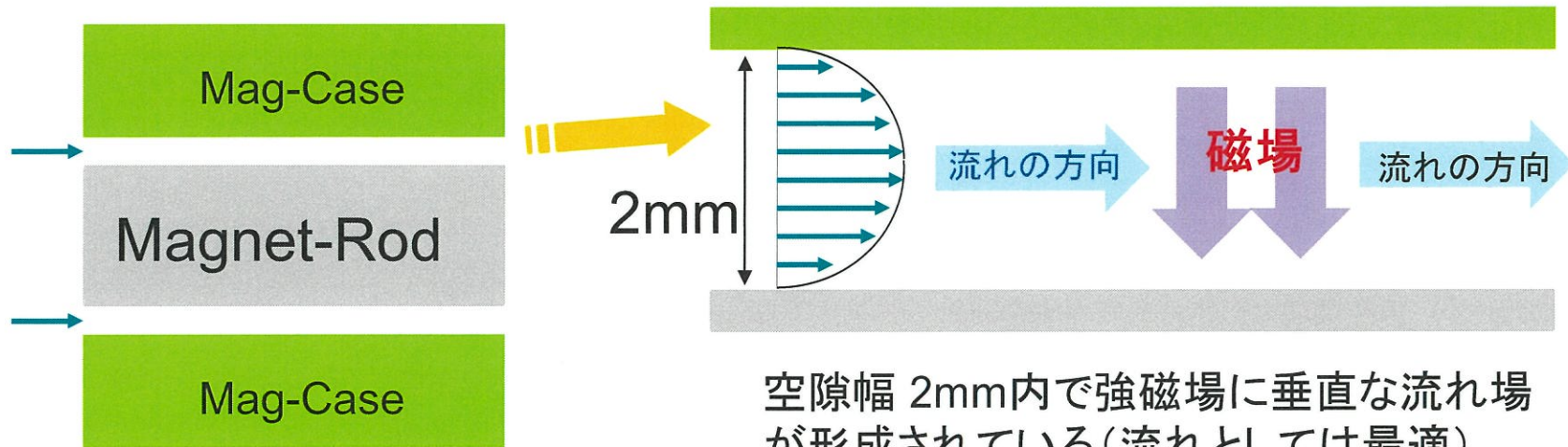
- ① 流れの方向と磁場の方向が垂直の場合： $E = u \cdot B$ （最も良い状態）
- ② 流れの方向と磁場の方向が平行の場合： $E = 0$ （MHD効果が生じない）

無雑の特徴

1. 狭隘流路（2~3mm）を**高速で一方向**に水が流れる
2. **強磁場（Max1.8T）**に対して水が**垂直に流れる**
3. 高いMHD効果が最も期待できる磁場デバイス（但しメカニズムは未明）

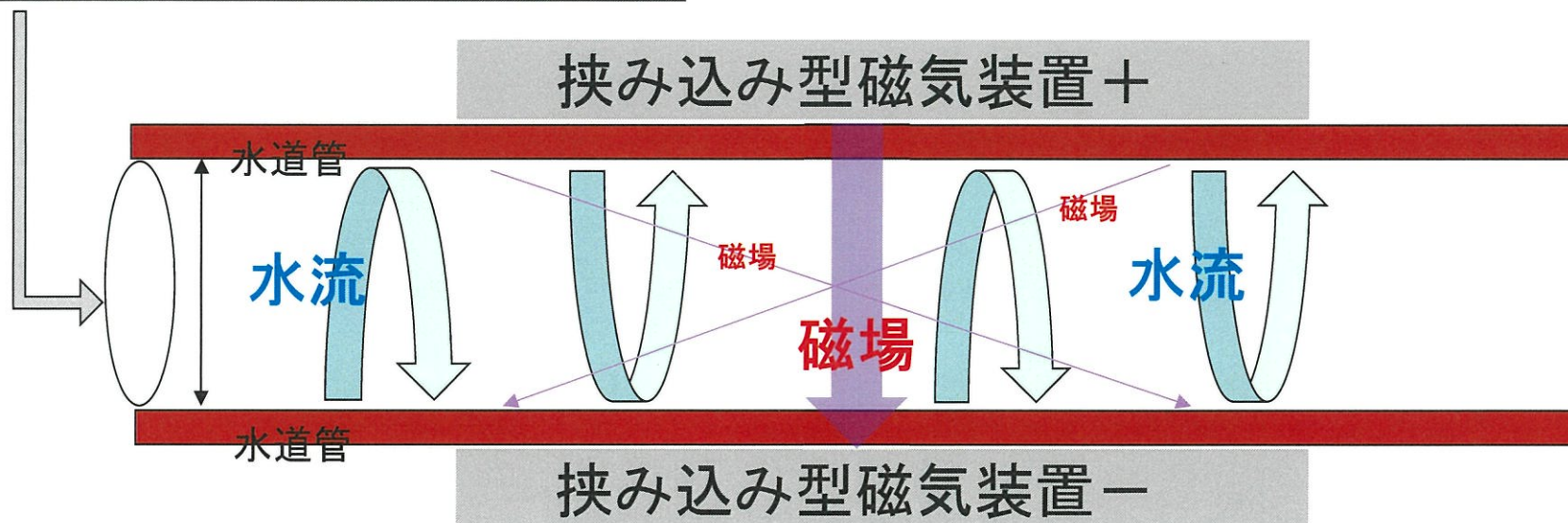


無雑内の流動の予測



他磁気装置（挟み込み型）の流動推測

20mm～100mm、150mmまで幅大



口径が大きくなればなる程、水流は垂直ではなく、管内でトルネード状態になる可能性が高く、水流が安定しない。

$E = u \cdot B$ (最も良い状態) $\sim E = 0$ (MHD効果が生じない) の間をさまよう磁場となる。



磁場が水流に対して最も良い垂直を維持出来ず、結果的に安定した結果を生まないと推測される。