

S-2S D1 についての TOSCA を用いた磁場計算 2

金築俊輔

2013 年 9 月 7 日

3次元静磁場解析ソフト TOSCA を用いて、D1 電磁石について磁場計算を行った。D1 の磁場強度と漏れ磁場の大きさを知ることを目的とした。昨年の時点で、ANSYS を用いた D1 の計算を高橋仁さんに行ってもらった。今回 TOSCA でも同様の結果になるか（練習も兼ねて）計算してみた。また、検出器位置での漏れ磁場の大きさを見積もり、特別な配慮が必要かどうか検討したいと考えた。

モデルを改善した結果です。前回の問題は解決。

1 モデリング

D1 の磁極、コイルの形状については、トークンから現段階での設計図面をもらい、それに大まかに合うようにモデルを作成した（図 1）。一部、コイルの最小曲げ半径を無視したところがある。トータルの電流量が 2500 A になるように電流密度を調整した。

磁極、ヨークの物性については、Q1 計算で調整した BH 曲線を用いた。

磁極間隙と、そこから下流へ伸ばす形で、粒子が通る部分に Gap セルを作成した。

計算の際に BACKGROUND の大きさが不十分だと、変な場所で境界条件を課してしまって結果が目に見えてゆがむ。計算時間を考えてなるべく小さくしようとして失敗していた。高さ方向に 3 倍くらい空間をとれば良いようだ。

Potential type 鉄芯 : Default(Total)、Gap : Default(Reduced)

Mesh (Element type) 鉄 : Quadratic、Gap : Quadratic

(Maximum Element Size) 鉄 : 50、Gap : 50、その他 : 100

(Maximum angle between elements) 30 deg.

対称性 ZX 平面について鏡映対称

境界条件 Farfield(X, Y, Z すべて) Tangential magnetic

対称面 ZX : Normal magnetic

Iteration Newton-Raphson update、最大回数 40、Convergence tolerance 1.0E-03

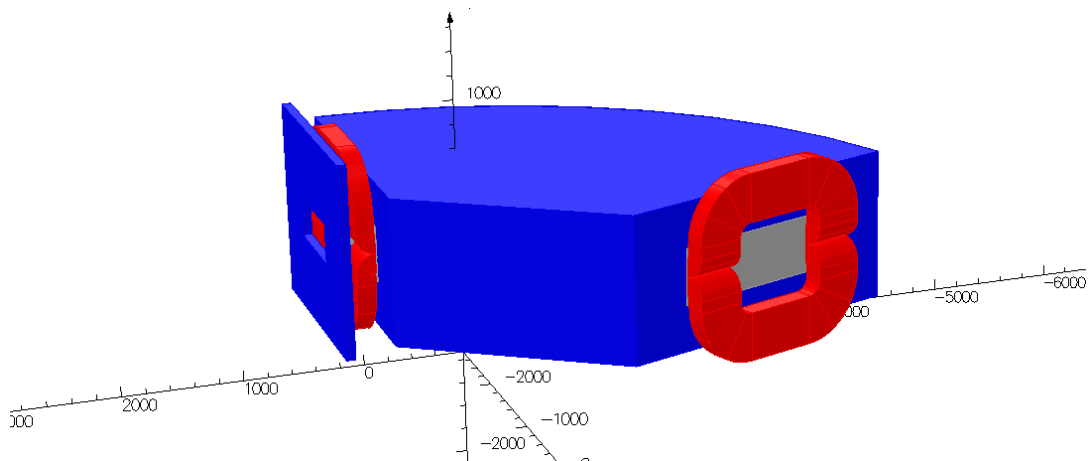


図 1 作成した D1 の形状。

2 解析結果

ここではビームの中心軌道を Z 軸、鉛直方向を Y 軸にとり、入口側の磁極端の位置を Z=0 とした。出口側は Z=3665 mm、エンドガードはそこから 240 mm 離れた位置に置いた。

結果を次の図に示す。確認のため、エンドガードなしの場合も計算した。

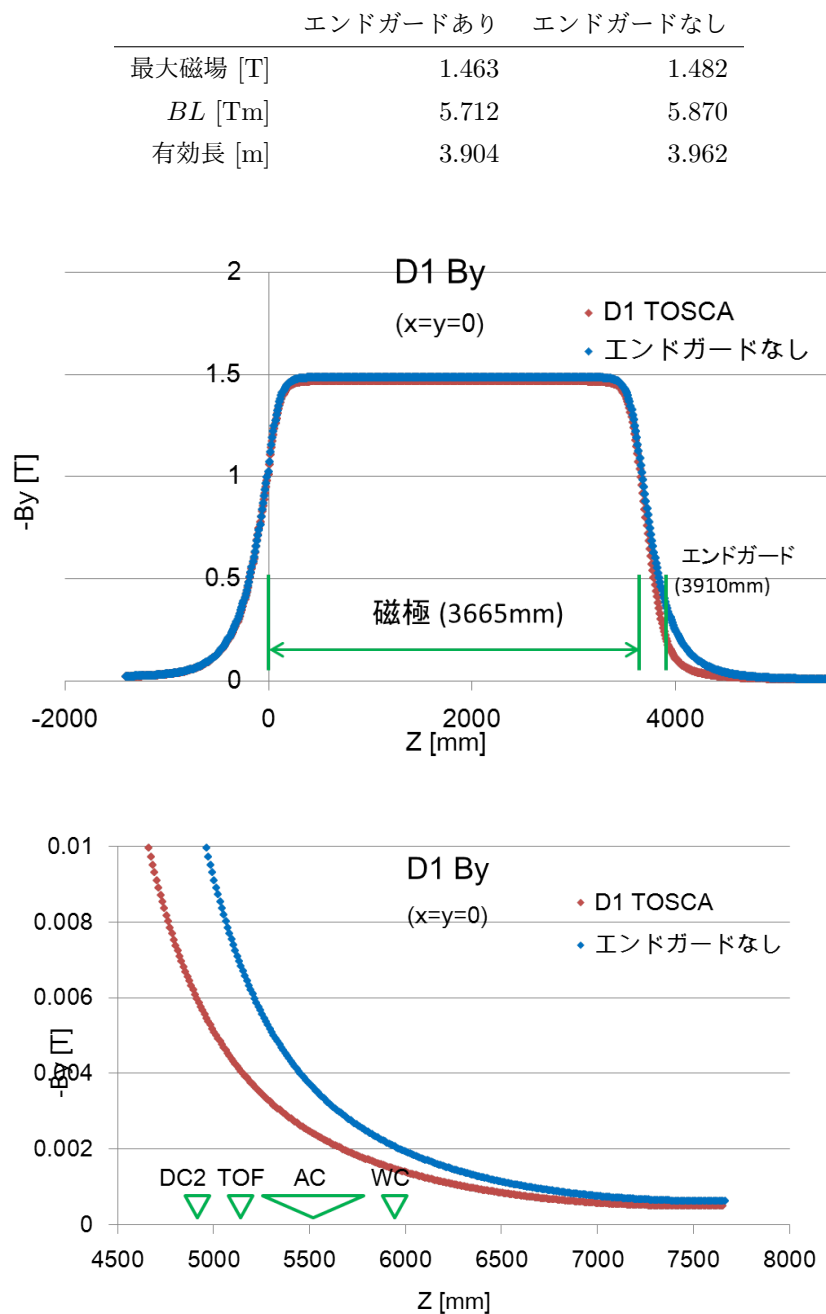


図2 Z方向磁場分布。

磁場強度は以前までの計算と大きく変わらない。

粒子識別検出器は 1.5~2.5 m あたり (図中の 5000~6000 mm) に設置する計画だが、その領域での磁場強度は、10~40G 程度はあるように見える。HKS の人の話を聞くと、5 inch の PMT では、磁場が 5 G あれば動作しないと聞いている。HKS の水チェレンコフでは、漏れ磁場を相殺するためにバックアップコイルを用いている。対して、JPARC-E27 では SKS のすぐそこに置いたレンジカウンターが動作していたが、どんな条件だったか? PMT の付け根に μ metal を付け、かつ磁気シールドで全体を囲うようにしていたと思う。SKS の漏れ磁場は?

3 まとめ

D1 の計算を行った。磁場強度はこれまでの分解能・立体角の評価で用いていた値よりも大きいので、要求は満たしていると思われる。

開発中の水チェレンコフで 5inch 管を使うかどうかという議論が出ていたと思うが、2inch で工夫する方が良いのではないか。(予算的にも 4, 5 倍違う)