目次

概要 i

目次目次目次 iii

第 1 章 序論 1

第 2 章 目的 3
2.1 RHIC-PHENIX 実験とは . . . 3
2.1.1 RHIC . . . 3
2.1.2 PHENIX . . . 3
2.2 t 0 カウンターの必要性 . . . 3
2.2.1 RHIC における p+p 衝突実験 . . . 3
2.2.2 p+p 専用トリガー装置の必要性 . . . 3
2.3 飛行時間測定法 . . . 3

第 3 章 設計 5
3.1 求められる性能 . . . 5
3.1.1 時間分解能 . . . 5
3.1.2 対高磁場 . . . 5
3.1.3 立体角 . . . 5
3.1.4 バックグラウンドの排除 . . . 5
3.2 設計 . . . 5
3.2.1 光電子増倍管 . . . 5
3.2.2 シンチレーター . . . 5
3.2.3 ライトガイド . . . 5
3.2.4 PCR . . . 5
3.3 モンテカルロシミュレーション . . . 5

第 4 章 KEK テスト実験 7
4.1 レーザーを用いた PMT 磁場実験 . . . 7
4.1.1 セットアップ . . . 7
4.1.2 結果 . . . 7
4.2 テストビーム実験 . . . 7
4.2.1 セットアップ . . . 7
4.2.2 結果 . . . 7

第 5 章 製作 9
5.1 インストールに向けて 9
5.1.1 固定装置の設計 9
5.1.2 固定装置の機械的強度 10
1. ベルトの強度 10
2. シンチレーターの He Bag に対する強度 11
3. オプティカルセメントの He Bag に対する強度 11
5.2 宇宙線によるテスト 12

第 6 章 p+p 実験 11
6.1 得られた性能 11

第 7 章 まとめ 13

付録 A MC コード 15

付録 B 図面 17

付録 C 参考文献 19

謝辞 21

第 5 章

製作

5.1　インストールに向けて

5.1.1　固定装置の設計

aaa

5.1.2　固定装置の機械的強度

この節では、T0 カウンターの機械的強度について述べる。T0 カウンターは、ノーズコーンにベルトを巻きつけて固定する。そのため、このベルトが T0 自身の重みに耐えられるかどうか知る必要がある。また、T0 カウンターの外側に放射長を減らす目的で、He Bag と呼ばれる風船状の物がインストールされるが、この He Bag の圧力にシンチレータなどが耐えられなければならない。

ポイントは、次の 3 点である。

1. ベルトの強度
2. シンチレーターの He Bag に対する強度
3. オプティカルセメントの He Bag に対する強度

1. ベルトの強度

断面積 S

$$S = 1[mm] \times 75[mm] \times 2[\text{本}] = 1.5 \times 10^{2}[mm^{2}] = 1.5 \times 10^{-4}[m^{2}] \tag{5.1}$$

$1[mm^2]$=$10^{-6}[m^2]$
$[\mathrm{Pa}]$=$[\mathrm{N}\cdot m^{-2}]$

のステンレスのベルトに質量 150Kg の T0 カウンターを取り付けた場合、
引張荷重 T は、

$$T = (\text{質量}) \cdot (\text{重力加速度}) / (\text{断面積}) = 150 \cdot 9.8 / 1.5 \cdot 10^{-4} = 10[MPa] \tag{5.2}$$

である。

*降伏応力
塑性変形が始まる応力。降伏応力に達するまでは、物質は弾性的に変形している。

一般的なステンレスの降伏応力*Y は、

$$Y = 200[MPa] \tag{5.3}$$

したがって、$T \ll Y$ より、ベルトは T0 カウンターの重さに耐えられる。
また、このときのひずみ e*は、ステンレスのヤング率は $E = 200[GPa]$ なので、

$$(\text{ひずみ } e) = (\text{応力 } T) / (\text{ヤング率 } E) = 5 \times 10^{-2} \tag{5.4}$$

*ひずみ
単位長さ当りの伸び

つまり、$1m$ のベルトに T0 をぶら下げたら、$5 \times 10^{-2}[mm]$ しか伸びない。

実際には、T0 カウンターは垂直にぶら下げるのではなく、巻きつけて使用するため荷重は分散され、この計算よりも安全であると言える。

2. シンチレーターの He Bag に対する強度

He Bag は (1 気圧+1 インチ水柱) だけの圧力を持った風船である。この圧力により、長さ $1m$ のシンチレーターはどうなるのであろうか。

T0 カウンターに He Bag を接触させることは、図 5.1 のように単位長さ当り $p = 2.54 \times 10^{-4}[kgf/mm]$ の荷重を受ける長さ $l = 1100[mm]$ の等分布荷重両端支点ばりと考えることができる。

*

赤　He Bag
緑　シンチレーター
青　ライトガイド

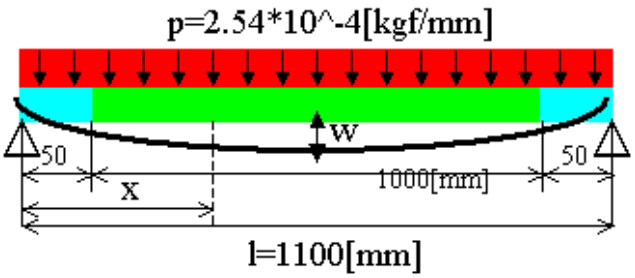

図 5.1: 等分布荷重両端支点ばり

このとき、せん断力 F は、

$$F = \frac{p}{2}(l - 2x) \tag{5.5}$$

曲げモーメント M は、

$$M = \frac{px}{2}(l - x) \tag{5.6}$$

また、最大曲げモーメントは、シンチレーターの中央 $(x = l/2)$ で、

$$M_{max} = \frac{pl^2}{8} \tag{5.7}$$

したがって、せん断力図 (diagram of shearing force;SFD) (図 5.2) および、(diagram of bending moment;BMD) (図 5.3) が描ける

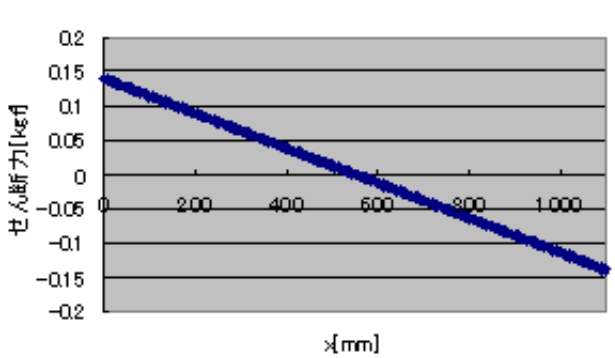

図 5.2: SFD

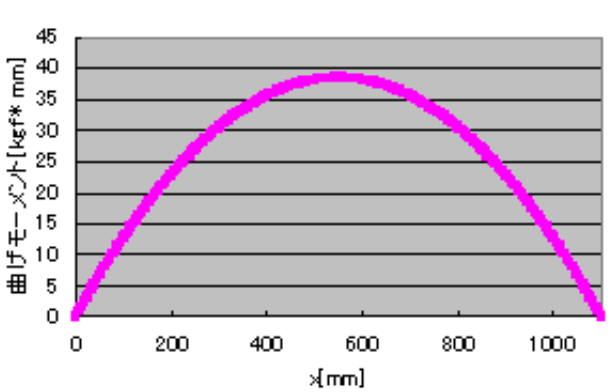

図 5.3: BMD

3. オプティカルセメントの He Bag に対する強度

5.2　宇宙線によるテスト