

CFDに関する報告

田中佳奈

2008.07.04.

概要

CFDの調整方法に関するメモと、CFDとLeading Edge Discr.に関して比較した結果を示す。この結果、今後のプロトタイプ中性子検出器のテストでは、スタートカウンタにLeading Edge Discr.ではなくCFDを用いることにした。

1 CFDの調整方法

CFD(Constant Fraction Discriminator)とは、input pulseの反転、減衰、合成を行うことで、スルーの効果を消去することのできるDiscr.のことである。CFDを使用する際には、delay cableの決定とゼロ点(zero cross)調整を行う必要がある。

まず、delay cableの決定には以下の式(マニュアル参照)を用いる。

$$t_{ext} = t_r(1 - f) - 0.6 \text{ nsec} \quad (1)$$

ここで、 t_{ext} はdelayを行うべき時間。 t_r はinput pulseが10%から90%まで立上る時の立上り時間であり、up,downの小シンチではおよそ3.0nsであった。また f は倍率で、通常0.2である(マニュアル参照)。0.6は回路が持つdelayと考えられる。したがって、

$$t_{ext} = 3.0(1 - 0.2) - 0.6 = 1.8 \text{ nsec} \quad (2)$$

と求められ、2つのLEMO connector端子を40cmの赤色ケーブルでつなぎ2nsだけdelayさせた。

ゼロ点の調整はオシロスコープを用いて行う。CFDのスレッシュホールドレベルを最低にしておき、CFDに信号(ここでは小シンチup LEFTからの信号など)を入れた上で、「Z/C MON」(=zero cross monitor)という端子の信号を見る。オシロスコープのトリガーは「Z/C MON」以外の外部の信号で作る必要があるため、例えば、CFDのoutputの信号を用いる。ゼロ点信号の曲線(典型的な形はマニュアル参照)がぶれないように、太さが最も細くなるように「Z/C MON」端子横のつまみを調整する(テスターで測定したところ-8mV程度であった)。

CFDのスレッシュホールドとWidthはLeading Edge Discr.と同様にそれぞれつまみを調節する。

2 Leading Edge Discr. と CFD による時間分解能

中性子検出器のスタートカウンターに対して、Leading Edge Discr. を用いた場合と CFD を用いた場合に得られた時間分解能を表 1 に示す。

- ・ NEUT には Leading Edge Discr. を使用
- ・ NEUT の左右に用いたフォトマルは A(-1700V) と 2-1(-1075V)
- ・ 宇宙線の検出位置 (すなわちスタートカウンターの位置) は $y=63\text{cm}$ (NEUT のプラスチックシンチレータの左端を $y=0\text{cm}$ とした)

CFD に関しては本来、解析的にスルー補正を行う必要はないが、実際はスルー補正を行った方が高い分解能が得られた。また CFD を用いた方が 40% と飛躍的に時間分解能が向上したため、これ以降の run ではスタートカウンターに対して CFD を用いることにした。

$T_u - T_d$	Leading Edge(run45)	CFD(run46)
スルー補正前	274.5 ± 5.3	128.3 ± 5.0
スルー補正後	159.8 ± 2.4	95.5 ± 2.8

表 1: スタートカウンターに Leading Edge Discr. と CFD を使用した際の時間分解能 [ps] の比較

次に NEUT に対して、Leading Edge Discr. を用いた場合と CFD を用いた場合に得られた時間分解能を表 2 に示す。

- ・ 小シンチには CFD を使用
- ・ NEUT の左右に用いたフォトマルは、A(-1700V) と 2-1(-1075V、ライトガイドなし、固定具なし)
- ・ 宇宙線の検出位置は位置 $y=89\text{cm}$

NEUT にも CFD を用いた方が時間分解能が向上するが、その割合は約 20% と比較的小さいものであった。また CFD に関しては解析的にスルー補正する前後で、時間分解能がほとんど変わらないことを確認できた。

NEUT T_L	Leading Edge(run88)	CFD(run89)
スルー補正前	170.2 ± 5.0	94.0 ± 2.5
スルー補正後	124.0 ± 1.9	101.8 ± 1.4
NEUT T_R		
スルー補正前	260.3 ± 7.1	174.3 ± 4.9
スルー補正後	200.2 ± 4.6	176.0 ± 4.6
NEUT $(T_L + T_R)/2$		
スルー補正前	173.9 ± 5.7	92.3 ± 2.7
スルー補正後	120.0 ± 3.1	101.1 ± 2.6

表 2: NEUT に Leading Edge Discr. と CFD を使用した際の時間分解能 [ps] の比較