

B-5-149

SFN環境下における近接遅延波測定法の開発

Very near delay wave measuring method at SFN

来山和彦*1 生岩量久*2 川那義則*3 後藤剛秀*4 森井豊*5

*1 NHKアイテック大阪支社, *2 広島市立大学, *3 NHK技術局, *4(株)アンリツ, *5 NHK-E S

1. まえがき

地上デジタル放送のSFN(Single Frequency Network)環境下においては、ネットワークの品質管理を行うためには遅延プロファイルの測定が不可欠である。著者等はガードインターバルを超えた長時間の遅延時間(1ms以上の遅延波)に対して測定可能な方式を開発したが[1], 遅延波が主波に近接している場合には、主波のサイドローブに埋まり測定が困難となる課題があった。このため、このような近接遅延波の測定を可能とする手法を新たに提案し、開発した装置[2]を用いて、その有効性を確認した。

2. 主波のサイドローブによる妨害

OFDM信号のキャリアの振幅を一定値と仮定した場合、その遅延プロファイル(\dot{D}_t)は主波と遅延波から成る受信波のスペクトルに $e^{j\frac{2\pi}{N}nt}$ を乗じた積分のIFFT(逆フーリエ変換)で表され、以下の積分記号を用いた式となる。

$$\dot{D}_t = \int_{-B/2}^{B/2} E \left\{ 1 + Re^{j\alpha} e^{-j\frac{2\pi}{N}nt_d} \right\} e^{j\frac{2\pi}{N}nt} dn \quad (1)$$

ここで、 E : 主波の電圧レベル, R : 主波に対する遅延波の電圧比, N : データ総数(8192, サンプリング周波数に相当), B : 帯域幅(キャリア数5616), t : 時間(整数), n : 周波数(整数), t_d : 遅延時間(整数), α : 主波を基準とした遅延波の位相

式(1)を積分した結果は次式で表される。

$$\dot{D}_t = EN \left\{ \frac{\sin \pi t \frac{B}{N}}{\pi t} + Re^{j\alpha} \frac{\sin \pi(t-t_d) \frac{B}{N}}{\pi(t-t_d)} \right\} \quad (2)$$

$B/N = 1$ であれば $t = 0$ および $t = t_d$ にインパルスが現れ、他の時間では0となる理想的なインパルス応答となるが、実際にはスペクトルも測定する必要があるため、帯域幅より高いサンプリング周波数を用いている。このため式(2)では $B/N \approx 0.69$ となり、 \dot{D}_t は $t = 0$ および $t = t_d$ で極大値をもつ広がりをもった波形となる。この広がりをサイドローブという。式(2)の第1項は主波による応答、第2項は遅延波による応答を表しているが、 t_d が小さい場合には t_d 及びその前後の時間において第1項による成分が加わるので遅延波に妨害を与える。このため、遅延波インパルスの測定が困難となる等の課題が生じる。

3. 改善方法

課題を解決する方法について記述する。式(2)の第1項の値($EN \frac{\sin \pi t \frac{B}{N}}{\pi t}$)をサイドローブのキャンセル信号として用い、 \dot{D}_t から減ずれば主波による影響を抑えることができる。主波(\dot{D}_0)及び遅延波(\dot{D}_{t_d})は以下の式で表される。

$$\dot{D}_0 = E \left(B + Re^{j\alpha} \frac{N \sin \pi t_d \frac{B}{N}}{\pi t_d} \right) \quad (3)$$

$$\dot{D}_{t_d} = E \left(\frac{N \sin \pi t_d \frac{B}{N}}{\pi t_d} + Re^{j\alpha} B \right) \quad (4)$$

E は式(3)及び式(4)から求めることができ、 $S_x = \frac{\sin \pi t_d \frac{B}{N}}{\pi t_d \frac{B}{N}}$ とすれば

$$E = \frac{\dot{D}_0 - S_x \dot{D}_{t_d}}{B(1 - S_x^2)} \quad (5)$$

となる。

4. 補正結果

補正前の波形とキャンセル信号($EN \frac{\sin \pi t \frac{B}{N}}{\pi t}$)を用いて補正した後のものを比較して図1に示す。補正前ではサイドローブに埋もれて遅延波の存在が分からないが、補正後は遅延波が明確に現れており、測定が可能となる。

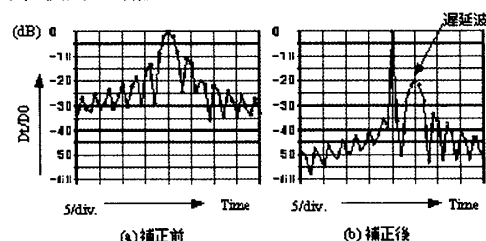


図1 補正前と補正後の波形比較

5. あとがき

本手法を実用に供しているSFN波測定装置に適用し、近接した遅延波についても測定が可能であることを確認した。本手法を今後のSFNの拡充、エリアの品質管理などに役立てていきたい。

文 献

- [1] 来山他「SFN環境下における長距離遅延プロファイル測定方式の開発」信学技報 WBS2005-42(2005-10)
- [2] 川那, 来山, 森井, 後藤 「SFN電界強度測定装置」信学2006ソサイアティ大会 AT-2-3