

技術ノート

電磁波シールドニット生地設計条件

吉野 学*¹⁾ 山口美佐子*¹⁾ 松澤咲佳*¹⁾ 池上夏樹*¹⁾ 天早隆志*²⁾ 山田万寿雄*²⁾

Conditions of knitted fabrics for shielding electromagnetic waves

Manabu YOSHINO, Misako YAMAGUCHI, Emika MATSUZAWA,
Natsuki IKEGAMI, Takashi AMAHAYA and Masuo YAMADA

1. はじめに

広範囲に普及が進んでいる電波利用電子機器から放出される電磁波により、周辺機器の誤動作を生じさせる等が懸念されている。電磁波の人体への影響は不明ではあるが、消費者の安全への要望は高く、電磁波シールド効果を持ったアパレル製品開発が期待されている。

従来の電磁波シールド布は、導電性材料を使った織物が主で、カーテン、エプロン等に用いられていた。本報では、導電性糸が吸湿性や剛軟性等の衣料素材としての特性に欠けているため、一般糸と併用する方法を試み、アパレル製品化に向けて、ニットによる電磁波シールド生地の設計条件を検討した。

2. 試験方法

2.1 手編機によるニット生地の設計条件の検討

導電性材料を使ったメッシュによる電磁波シールド効果については、密度と材料の太さによって異なることが知られている¹⁾。そこで、ニット生地も、メッシュに類似していると考え、下記の条件について検討した。

(1)導電性糸

導電性糸として、導電性にすぐれ、比較的柔軟で、電磁波シールド繊維材料として最近多く用いられている銀メッキナイロン糸(sauquoit社製 X-static)を使用した。織度は表1のとおりである。

表1 導電性糸織度

	織度(dtex)
Y	47
Y	128
Y	144

(2)編機のゲージ

編機のゲージは、密度との係わりがあるため、5,12,16ゲージの手編機を用いて試作検討した。

(3)編成時の糸条件

一般糸と導電性糸の併用方法として、両糸をねん糸して編成した場合と引き揃えて使う添え糸編みとの違いを検討した。用いた一般糸は、ポリエステル/綿混紡糸(以下 E/C と略記)、織度 197dtex, 197×2dtex で、組織は、

平編で比較した。

2.2 ジャカード丸編機による検討

シングルジャカード丸編機(株式会社福原精機製作所製 SEC-MINI 28 ゲージ)を用いて、下記条件での検討を行った。使用した糸は、E/C 糸・織度 197dtex と導電性糸 Y である。

(1)糸のより数

一般糸と導電性糸とのより数により、導電性糸の接点や金属量の違いによる電磁波シールド性への影響が考えられる。そこで、一般糸を芯に導電性糸をカバリングねん糸する方法で、より数の異なるニット生地を試作した。

(2)組織

組織により導電性糸接点や金属量等が変化できるので、ジャカード機により組織について検討した。

2.3 生地の電磁波シールド性の計測

作成したニット生地の電磁波シールド性は、同軸管法を用いて計測した。計測周波数は 100kHz ~ 1GHz である。同軸管法は、TEM 波を計測しているもので、遠方界の平面波を想定した計測法である。

3. 結果と考察

3.1 各編機による電磁波シールド性

同軸管法で計測した電磁波シールド性は、1GHz までの範囲で、高周波ほどシールド効果が低い結果であった。そこで、1GHz におけるニット生地の電磁波シールド性を比較した(図1~4)。

3.2 編機のゲージによる影響

5 ~ 16 ゲージの糸条件が同様なニット生地と比較(図1~3)してみると、ゲージの細かい方が、シールド性が

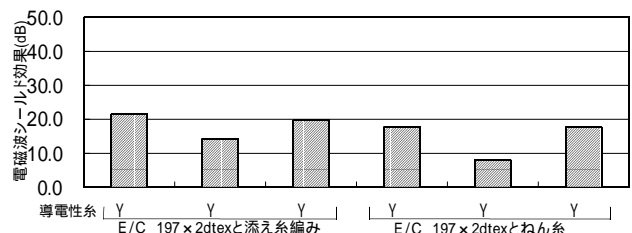


図1 5ゲージニット生地1GHzでの電磁波シールド効果

*¹⁾ニット技術グループ

*²⁾電子技術グループ

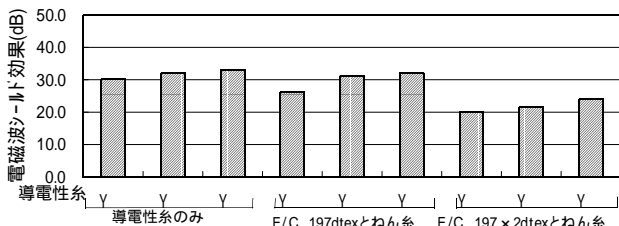


図2 12ゲージニット生地1GHzでの電磁波シールド効果

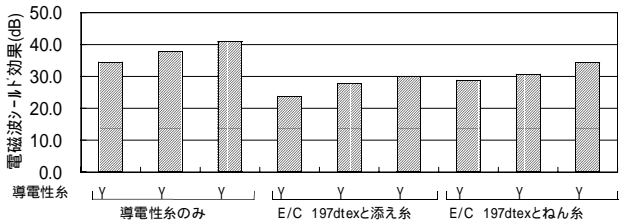


図3 16ゲージニット生地1GHzでの電磁波シールド効果

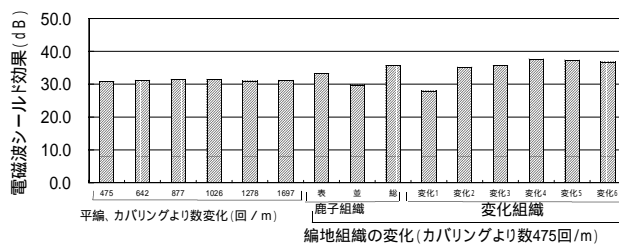


図4 28ゲージニット生地1GHzでの電磁波シールド効果

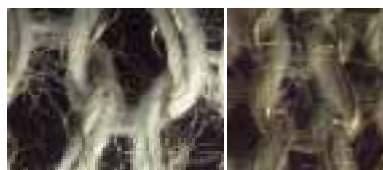
高いことがわかる。これは、ゲージの細かい方が、密度が高い傾向で、メッシュ間隔が狭くなるためと考える。

3.3 糸織度による影響

12, 16ゲージ(図2, 3)の各ニット生地とも、導電性糸単独の電磁波シールド性が最もよく、織度の太い方がよかった。12ゲージ(図2)の場合、一般糸と導電性糸をねん糸したものは、一般糸の織度の太い方が、電磁波シールド性が低い傾向であった。導電性糸単独は、一般糸が含まれたニット生地よりも、接点が確実だったためと考える。また、一般糸が太くなると、一般糸に妨げられて、導電性糸の接点が減少するためと考える。織度の太い方がシールド性が高いのは金属量が多いためと考える。

3.4 より糸, 添え糸による影響

より糸と添え糸の比較で、5ゲージのニット生地(図1)では、添え糸の方が若干シールド性が高く、16ゲージ(図3)では、より糸の方が高かった。実体顕微鏡を使った観察(図5)では、5ゲージの場合、密度に対して糸が細いため、糸のゆるみが大きく、添え糸編みの場合でも、導電性糸の接点が確保されているが、16ゲージの添え糸編みは、表裏がはっきり



5ゲージ 16ゲージ

図5 各ゲージの添え糸編み写真

しており、導電糸と一般糸が重なってしまい、導電性糸の接点がなくなったためと考える。

3.5 糸のより数による影響

より数が増すと、導電性糸が単位長さにも占める量が増加する。E/C糸(織度197dtex)に、導電性糸Y(織度47dtex)をカバリングした場合、糸の直径の推定式²⁾から導電性糸が占める面積割合を理論的に算出してみると、より数500回/mで18%、2000回/mで25%である。導電性糸の増加により、電磁波シールド性が高くなると予測できるが、計測結果(図4)では、より数の増加でもほとんど電磁波シールド性に変化は生じなかった。そこで、糸側面の実体顕微鏡画像から、導電性糸と普通糸の面積比を算出してみると、475回/mで57%、642回/mで35%、877回/mで32%となり、低いより数では、導電性糸が広がった状態でねん糸されていた。このことから、より数の増加による導電性糸の重量増より、導電性糸が覆う表面積の多い方が電磁波シールド性に効果的であると考えられる。

3.6 組織による影響

鹿子組織等で糸の交差を複雑にした組織、二重に近い組織等で試作した結果、電磁波シールド性の高いものが得られた(図4)。これは、組織の変化に伴い、接点の確保や厚さの増加により金属分が増えたためと考える。

4. まとめ

電磁波シールド機能を持ったニット生地の設計条件を検討するため、導電性糸(銀メッキナイロン糸)と一般糸との併用を前提に、設計条件の異なるニット生地を試作し、同軸管法で電磁波シールド効果を測定した。以下に結果を記す。

- (1) 導電性糸の織度やニット生地密度の高い方が電磁波シールド性が高い。
- (2) ニット生地における電磁波シールドには、一般糸との併用において、導電性糸の接点が確保できる糸条件、組織が必要である。
- (3) 導電性糸重量比率の増加よりも、糸が広がった面積比の増加の方が電磁波シールドに効果的である。

今回は、生地としての電磁波シールド効果の評価方法であり、衣料用として、着用状態での計測方法を今後検討する計画である。

参考文献

- 1) 益子拓徳, 安達三郎: 電気通信学会論文誌, 68, 10, 1185-1193 (1985).
- 2) 船越順治他: 織物設計の基礎知識, 全国繊維技術協会編, 344-345, 繊維技術研究社 (1960).

(原稿受付 平成13年8月1日)