

同軸コネクタ特性計算近似式

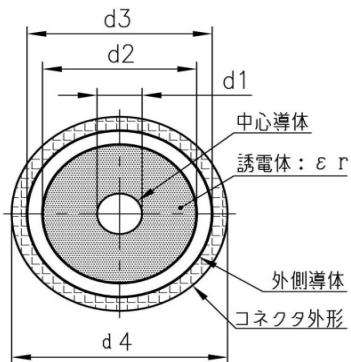
* 同軸ケーブル用の計算式を、コネクタ用に流用。

同軸コネクタ SMB相当

Sheet

1/2

1 検討形状



入力項目

*本資料の、コピー及び再配布を禁止します。

部品名	材質	寸法(mm)	固有抵抗(Ωm·20°C)	導電率(Ω·cm)
・内部導体	Bs	d1	0.950	6.39×10^{-8}
・外部導体	Bs	d2	2.885	6.39×10^{-8}
		d3	3.700	---
・誘電体	PTFE		---	誘電率
・コネクタ外径	Bs	d4	6.50	$18 \text{ 乘数のみ} \Omega \cdot \text{cm}$

*導体は周波数と表皮効果よりメッキを含め決定。

*評価する周波数と表皮効果の目安は、1GHzで2~2.6μ、10GHzで0.65~0.85μ

・各材料の固有抵抗 銅の固有抵抗 1.72×10^{-8} (Ωm·20°C)

導体	～Cu=1.72、Au=2.4 Ag=1.62 Pt=10.5 Ni=4.9, Bs=4.6 Pb=13.0 Sn=11.4	理想値	計算値
・誘電体～PE=10^16 PTFE=10^18 PVC=10^15 Ω·cm		d2/d1	d2/d1
1000 (MHz)	3.591	3.04	

・誘電率 PE=2.3 PTFE=2 空気=1 LCP=3.8 SPS=2.99

*関連する場合は、シート2/2より転記。

・周波数 (計算する周波数) f

・基準とするインピーダンス Zout

・誘電率 合成誘電率 1MHz ε

・誘電率 合成誘電正接 tan σ

・真空中の比誘電率 ε₀

・導体の構成に 内部導体

による定数 外部導体

コネクタは全て=1

・透磁率 μ

・設定値で定数のみ使用。

規定、負荷、隣接のインピーダンス

PE=2.3 PTFE=2 空気=1 LCP=3.8 SPS=2.99

*参考～心線(単線=1 より線=1.2)

*参考～シールド線(編組=2~3 アルミ線=1.3 管=1)

(帯磁しないものは真空中の値)

以下は最大電力計算に使用

・基準温度(周囲温度)

・許容される温度上昇

・振幅変調率

・電圧定在波比 VSWR

・絶縁体の固有熱抵抗 (外部シース)

・外部導体の放熱抵抗 (シース)

T0 20 (°C) 絶縁体耐熱温度 PVC=60 PE=85 PTFE=175

T1 80 (°C) LCP=280 SPS=125 PBT=140

m 1 交流は振幅 0, 0.5, 1 パルスは別 下表

Vs 1.0292 右の計算表より 負荷値と隣接値の両方で検討する事。

p4 450 (°C·cm/W) PE=450 PTFE=450 PVC=600 FEP=500

PA=450

p5 565 (°C·cm²/W) 計算済み=500+10*d4(cm)

減衰量と最大電力

漏洩減衰量 (誘電体損失)

抵抗減衰定数 (内部導体)

抵抗減衰定数 (外部導体)

減衰量 (T1での補正)

実効熱抵抗 (内部-外部導体間)

実効熱抵抗 (外部-周囲大気間)

許容伝送電力

 $\alpha g = 9.094 \times \sqrt{\epsilon} \times \tan \sigma \times f(MHz) \times 10^{-2}$ 1np=8.686(dB)で変換 $\alpha r1 = 3.61 / Z_0 \times \sqrt{f} \times (K1/d1)$ 1np=8.686(dB)で変換 $\alpha r2 = 3.61 / Z_0 \times \sqrt{f} \times ((K2 \times K3) / d2)$ 1np=8.686(dB)で変換 $\alpha = \alpha g + \alpha r1 + \alpha r2$ $Rth1 = (\alpha g + \alpha r1) * (\sqrt{1 + 0.039 \times (T1 - T0)}) + \alpha r2$ $Rth1 = (p4 / 2 \pi * \log(e)) \times (d2 / d1)$ $\alpha 1 = 0.16131381$ $Rth2 = (10 * p5 / \pi * d2) \times V_m$

*理解可能な近似式がみつけられませんでした、この項は省略します。

結果

0.02572 (dB/m)

0.00296 (np/m)

0.25527 (dB/m)

0.02939 (np/m)

0.08406 (dB/m)

0.00968 (np/m)

0.36504 (dB/m)

0.59896 (dB/m)

79.597 (°C*cm/W)

623.696 (°C*cm²/W)

W

周波数 MHz	概算値		他社データ		* 他社データは m=1 VSWR=2
	減衰量 α t dB/m	許容電力 Pm W	減衰量 dB/m	許容電力 W	
100	0.0063	2107		1900	
1000	0.0213	616		560	
2000	0.0311	417		380	

主要計算式

10MHz以上に適用。

・主に住友電工の旧カタログより引用。

コメント

*近似式はネットからの

寄せ集めです。取り扱いは注意願います。

Sheet

2/2

一次定数

内部導体の直流抵抗

R

*本資料の、コピー及び再配布を禁止します。

高周波抵抗(往復)

RH

 $R_H = \rho \times (4L / \pi (\sigma \%)) d_1^2$

結果

0.33406 (Ω/m)

外部インダクタンス

Le

 $Le = 0.4605 * \text{LOG10}(d_2/d_1)$

0.222 (μH/m)

内部インダクタンス

Li

 $L_i = (10^{-3} / \pi \times \sqrt{f}) \times \left(\sqrt{\rho_1/d_1} + \sqrt{\rho_2/d_2} \right)$

0.000036 (μH/m)

インダクタンス

L

 $L = Le + Li \doteq Le$

0.222 (μH/m)

静電容量

C

 $C = (24.12 \epsilon) / (\log_{10}(d_2/d_1))$

1395.136

99.995 (pF/m)

漏洩量(コンダクタンス)

G

 $G = 2\pi f x C \times \tan \sigma$

0.62797

0.00013 (Ω/m)

2次定数その他 主要計算結果

特性インピーダンス

Zo

角速度 $\omega = 2\pi f$ $Z_0 = (138xL/\sqrt{\epsilon}) \times \text{LOG10}(d_2/d_1)$ $L = 1m$

47.075 Ω

*別計算

 $Z_0 = \sqrt{(R + j\omega L) / (G + j\omega C)}$

-47.134 Ω

 $Z_o = \sqrt{(RG - \omega Lx\omega C) / (G^2 + \omega C^2)} + j\sqrt{(R\omega C + G\omega L) / (G^2 + \omega C^2)}$

0.72936

VSWR

VSWR

 $VSWR = Z_{out}/Z_0 = (1 + \Gamma) / (1 - \Gamma)$

1以下は反転すること

1.0292

リターンロス

LR

 $LR = 20 \log_{10}((VSWR+1)/(VSWR-1))$

0.9716 逆数

36.8 (dB)

反射係数

Γ

 $\Gamma = (VSWR-1) / (VSWR+1) = (Z_i - Z_0) / (Z_i + Z_0)$

0.0144

伝播速度

v

 $v = 3 \times 10^8 / \sqrt{\epsilon} = (2\pi f \text{ (MHz)}) / (\beta \text{ (rad/m)})$

212.1 (m/sec)

波長
(空气中 参考)

λ

 $\lambda = 300 / (f \text{ (MHz)} \times \sqrt{\epsilon})$

0.212 (m)

 $\lambda_0 = 300 / f \text{ (MHz)}$

0.300 (m)

波長短縮率

K

 $K = 1 / \sqrt{\epsilon} = 100 / \sqrt{\epsilon} \text{ (%)}$

70.711 %

限界周波数

fc

 $fc = c / (\pi \sqrt{\epsilon} \times (d_2 + d_1 / 2))$

35,232 MHz

*別計算

 $fc = 191 / (\sqrt{\epsilon} \times (d_1 + d_2))$

35,217 MHz

伝播定数

γ

 $\gamma = \alpha + j\beta = \sqrt{(R + j\omega L) \times (G + j\omega C)}$

-0.9703 ?

減衰定数

α

 $\alpha = 1/2 \omega \sqrt{LC} \times ((R/\omega L) + (G/\omega C))$

0.00650 (np/m)

位相定数

β

 $\beta = \omega \sqrt{LC} (1 + 1/8(R/\omega L + G/\omega C))$

29.60 (rad/m)

度=(radxx57.29)

1695.8 度

直流絶縁抵抗

Rp

 $R_p = ((3.67 \times 10^{-6} / \ell) \rho_{zx} \times \log_{10}(d_2/d_1)) \ell \times 10^{-8}$

17,681 (MΩ·m)

*導体間の絶縁抵抗

導線の長さ $\ell = 1m$ で評価

等価導体層厚 内部

tm1

 $tm1 = 2.09 / (\sqrt{fx((1/\rho_1)/58.1)})$

4.027 (μm)

外側

tm2

 $tm2 = 2.09 / (\sqrt{fx((1/\rho_2)/58.1)})$

4.027 (μm)

導体の表面に流れる電流の $1/e \approx 0.37$ の深さ

合成誘電率の検討

・2重の誘電体の場合での計算式。結果を入力項目へ転記する。

合成誘電率

εs

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_A \times \epsilon_B \times Q}{\epsilon_A \cdot R + \epsilon_B \cdot P}$$

2.000

合成誘電正接 A層の条件

tan σs

$$\tan \theta_s = \frac{\epsilon_A \cdot R \cdot \tan \theta_B + \epsilon_B \cdot P \cdot \tan \theta_A}{\epsilon_A \cdot R + \epsilon_B \cdot P}$$

0.000222

d3 0.95

内 ε A 1

tan θ A 0

一次定数

P=ln(d3/d1)

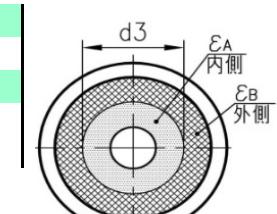
R=ln(d2/d3)

Q=ln(d2/d1)

0.000000

1.11082

1.11082



許容電流 *参考値

r=中心導体実効抵抗

*単心で単線の場合の計算式

I r

$$I_r = \sqrt{T_1 - T_0 / (r \times R_{th})}$$

5.05 (A)

$$r = R(\Omega/cm) * (1 + (\alpha \times (T1 - 20)))$$

0.003341 (Ω/cm)

$$\alpha = \text{導体の温度係数 銅}=0.00393$$

0.3341 (Ω/m)

$$\text{黄銅}=0.00116 \text{ リン青銅}=0.00063 \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$$

製品名 / 部品名

同軸コネクタ

SMB 相当品での評価

計算目的

個別形状の単体評価-1

計算条件/コメント

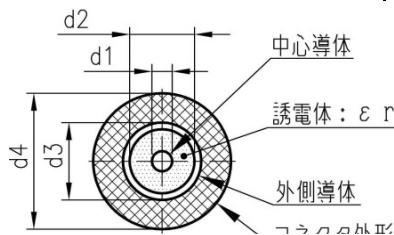
*計算の正確さより変化の傾向をみるための評価。

*本資料の、コピー及び再配布を禁止します。

1 評価形状-1 断面同一の形状

- 1)目的
 ・全長を20mmとした SMB相当の断面形状で近似式の評価を行う。
 ・周波数 1GHzでの主要項目を計算し表示。

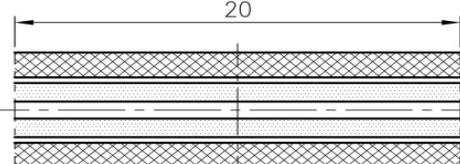
2)評価形状



3)入力項目

*自動記入

部品名	材質	寸法(mm)	固有抵抗(Ωm·20°C)	導電率%
内部導体	Bs	d1 0.95	ρ 1 6.39 x10^-8	27
外部導体	Bs	d2 2.89	ρ 2 6.39 x10^-8	27
誘電体	PTFE	d3 3.70	-----	誘電率
コネクタ外径	Bs	d4 6.50	ρ z 18 乗数のみ	2



・周波数 (計算する周波数)	f 1000	(MHz)
・基準とするインピーダンス	Zo 50	Ω
・基準温度(周囲温度)	To 20	(°C)
・許容される温度上昇	T1 85	(°C)
・振幅変調率	m 1	1=変調有り

4)計算結果

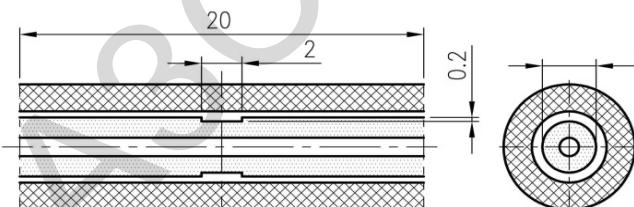
*自動記入 L= 0.009 m

特性インピーダンス	Zo 47.08	Ω	電圧定在波比VSWR	1.029	・50Ωに対して
インダクタンス	L 0.00200	μH/9mm	リターンロス	36.837	dB
静電容量	C 0.900	pF/9mm	波長	0.212	m
減衰量(通過ロス)	α 0.00329	dB/9mm	波長短縮率	K 70.711	%
伝播定数	γ -0.00650	29.60	反射係数	Γ 0.01439	
許容電流	I _{max} 5.054	A 参考値			

2 評価形状-2 外部導体の形状変化

- 1)目的
 ・コネクタ化の時に、内部誘電体を固定するのに外部導体の凹凸で対応する場合が有る。
 ・外部導体を誘電体側に突き出したときの、評価形状-1に対する変化を比較評価。
 ・ここでの計算結果は、中央部の幅 2mmのみとなります。

2)評価形状



評価形状の説明

中央部に 2mmの幅で d2の寸法を 0.4mm 変化させた時の、結果の変化を評価。
 その他の計算条件は、評価形状-1と変更なし。
 d2=3.06mm → 2.66mm

3)計算結果

 *結果は中央部
 幅2mmのみを表す。

特性インピーダンス	Zo 43.63	Ω	電圧定在波比VSWR	1.1459	
インダクタンス	L 0.000412	μH/2mm	(50Ωに対して)		
静電容量	C 0.216	pF/2mm	リターンロス	LR 23.35	dB
減衰量(通過ロス)	α 0.00080	dB/2mm	波長	λ 0.21	m
伝播定数	γ -0.0068	29.60	波長短縮率	K 70.71	%
許容電流	I _{max} 4.89	A 参考値	反射係数	Γ 0.06798801	

4)評価

- 負荷インピーダンスを50Ωとした時、インピーダンス 49.47→43.47Ω、VSWR 1.011→1.15に変化。
 VSWRを1.3程度と見たときは、問題無いレベルと考えられる。(評価形状-1に対して)
- 中心導体が細い(1mm以下)の同軸の場合、導体の寸法変化から受ける影響は大きくなる。
- 伝搬定数 γ は、減衰定数 α (Np/m) と位相定数 β (rad) を表す。

製品名/部品名	同軸コネクタ	目的	断面形状の変化による特性の比較。
---------	--------	----	------------------

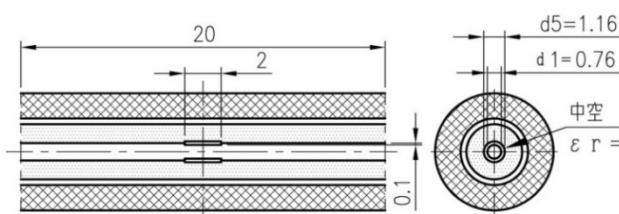
計算条件	個別形状の単体評価 -2
------	--------------

*本資料の、コピー及び再配布を禁止します。

3 評価形状-3 中心導体の形状変化

- 1) 目的
- ・同軸コネクタのでは、中心導体のオス、メス接触で同軸のバランスが崩れる。ここを簡易に評価する為、中心導体を細くし誘電体に隙間が生じた場合の評価を行う。
 - ・ここでの計算結果は、中央部の幅2mmの結果となります。

2) 評価形状



評価形状の説明

- ・中央部に2mmの幅でd1の寸法を0.2mm変化させた時の、結果の変化を検討。
- ・誘電体に0.2mm隙間があり、合成誘電率を計算。
- ・その他の計算条件は、評価形状-1との変更なし。
- ・合成誘電率=1.712 合成誘電正接=0.000233

3) 計算結果

特性インピーダンス	Zo	64.26	Ω	電圧定在波比VSWR	1.2851	
インダクタンス	L	0.00056	μH/2mm	(50Ωに対して)		
静電容量	C	0.136	pF/2mm	リターンロス	18.08	dB
減衰量(通過ロス)	α	0.000646	dB/2mm	波長	0.23	m
伝搬定数	γ	-0.0736	27.39	波長短縮率	76.43	%
許容電流	I _{max}	4.03	A 参考値	反射係数	0.12477	

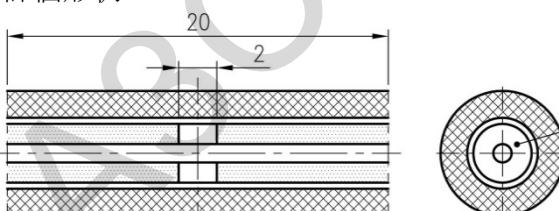
4) 評価

- ・負荷インピーダンスを50Ωとした時、インピーダンス 49.43→64.26Ω、VSWR 1.011→1.285に変化。VSWRを1.3程度と見たときは、問題無いレベルと考えられる。(評価形状-1に対して)
- ・中心導体が細い(1mm以下)の同軸の場合、導体の寸法変化から受ける影響は大きくなる。
- ・伝搬定数 γ は、減衰定数 α (Np/m) と位相定数 β (rad) を表す。

4 評価形状-2 誘電体無しの評価

- 1) 目的
- ・一般的な規格コネクタでは考えられないが、構造上で発生した場合の特性変化を評価。
 - ・簡略とするため、誘電体のみなしで導体の寸法変化は無し。
 - ・ここでの計算結果は、中央部の幅2mmの結果となります。

2) 評価形状



評価形状の説明

- ・中央部に2mmの幅で誘電体を無しとして結果の変化を検討する。
- ・その他の計算条件は、上記とは変更なし。

空気中 誘電率=1 誘電正接=0

3) 計算結果

特性インピーダンス	Zo	69.91	Ω	電圧定在波比VSWR	1.3982	
インダクタンス	L	0.000467	μH/2mm	(50Ωに対して)		
静電容量	C	0.095	pF/2mm	リターンロス	15.60	dB
減衰量(通過ロス)	α	0.000451	dB/2mm	波長	0.30	m
伝搬定数	γ	-0.0024	20.93	波長短縮率	100.00	%
許容電流	I _{max}	5.16	A 参考値	反射係数	0.16602395	

4) 評価

- ・負荷インピーダンスを50Ωとした時、インピーダンス 49.43→69.91Ω、VSWR 1.011→1.398に変化。VSWRを1.3程度と見たときは、問題有りで 同軸コネクタへの採用は控えるべき。
- ・誘電率 1 は、コネクタを小型化するには理想値。導体形状とあわせての考慮が必要。
- ・伝搬定数 γ は、減衰定数 α (Np/m) と位相定数 β (rad) を表す。

製品名/部品名	同軸コネクタ	目的	断面形状の変化による特性の比較。	3/6
計算条件	縦列接続での評価-1			*本資料の、コピー及び再配布を禁止します。

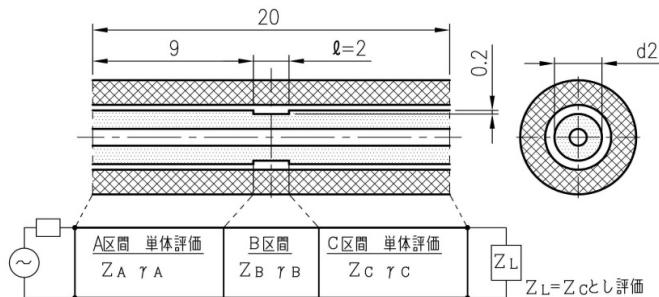
*前項で単体評価した断面形状を、縦列接続した場合の評価の実施。

行列式での解とする方法も有るが、ネットで近似式が見つかったので、それを利用した評価。

1 評価形状-2 の外部導体の形状変化したものの縦列接続

- 1) 目的
 - ・縦列接続しインピーダンスの不整合が発生した時の、特性の変化の評価。
 - ・単体の評価と縦列接続時の変化の評価。コネクタとしての不整合による反射の影響を評価。
 - ・単体の評価条件は、前項と同一。2,3項ともに目的は同じ。

2) 評価形状と単体計算の結果



*評価形状の説明

- ・コネクタでの誘電体固定時の評価。
- ・中央部に 2mmの幅で d_2 の寸法を 0.4mm 变化させた時の、結果の変化を評価。
- ・ $d_2 = 3.05\text{mm} \rightarrow 2.65\text{mm}$
- ・ Z_L は、C区間の反射をゼロとする為に Z_C に合せている。

①Aの区間の単体評価

Z _A	49.43	Ω
L _A	0.00210	μH/9mm
C _A	0.857	pF/9mm
α _A	0.00310	dB/9mm
γ _A	-0.00633	
VSWR-A	1.1100	50Ωにて
	1.1370	隣接間で
⇒ Γ _A	0.06420	隣接間で

②Bの区間の単体評価

Z _B	43.63	Ω
L _B	0.00041	μH/2mm
C _B	0.2160	pF/2mm
α _B	0.00080	dB/2mm
γ _B	-0.0068	29.90
VSWR-B	1.1501	50Ωにて
	1.1370	隣接間で
⇒ Γ _B	0.06420	隣接間で

③Cの区間(Aと同一)

Z _C	49.43	Ω
L _C	0.00210	μH/9mm
C _C	0.857	pF/9mm
α _C	0.00310	dB/9mm
γ _C	-0.00633	
VSWR-C	1.0110	50Ωにて
	1.0000	Z_c にて
⇒ Γ _C	0.00000	Z_c にて

3) 計算結果

A.反射を考慮しない直列接続で検討。

①合計インダクタンス	L_{all}	$L_{all} = L_A + L_B + L_C$	0.00461	μH/20mm
②合計静電容量	C_{all}	$C_{all} = C_A + C_B + C_C$	1.93010	pF/20mm
③特性インピーダンス	Z_{all}	$Z_{all} = \sqrt{L_{all}/C_{all}}$	48.867	Ω
④合計通過ロス	α_{all}	$\alpha_{all} = \alpha_A + \alpha_B + \alpha_C$	0.00700	dB/20mm

B.反射を含む縦続接続

①総合の反射係数 (3次反射まで)	Γ	全体の反射係数より算出	0.127915
$\Gamma = \Gamma_A + (1 + \Gamma_A) \times (e^{-\gamma_B l} \cdot \Gamma_B e^{-\gamma_B l} + e^{-\gamma_B l} \cdot \Gamma_B e^{-\gamma_B l} (-\Gamma_A) e^{-\gamma_B l} \cdot \Gamma_B e^{-\gamma_B l}) \times (1 - \Gamma_A)$			
②VSWR	VSWR	$VSWR = 1 + \Gamma / 1 - \Gamma $	1.2934
③反射損失(リターンロス) (大きい方が良い)	L_R	$L_R = -10 \log_{10}(\Gamma^2)$	17.8616 dB
④伝送損失	L_T	$L_T = -10 \log_{10}(1 - \Gamma^2)$	0.07165 dB
⑤反射電力	P_R	$P_R = \Gamma^2 \times 100$	1.636 %
⑥伝送電力	P_T	$P_T = (1 - \Gamma^2) \times 100$	98.364 %

4) 評価

- ・総合反射係数計算式は、大学の講座資料と思われる資料でネットにあったものです。大学名、講座名は不明。
- ・反射による影響はかなり大きいのは解りますが、この計算が正解か否かは判定できません
- CAE等での解析により確認をしていただければと思います。

製品名/部品名

同軸コネクタ

目的

断面形状の変化による特性の比較。

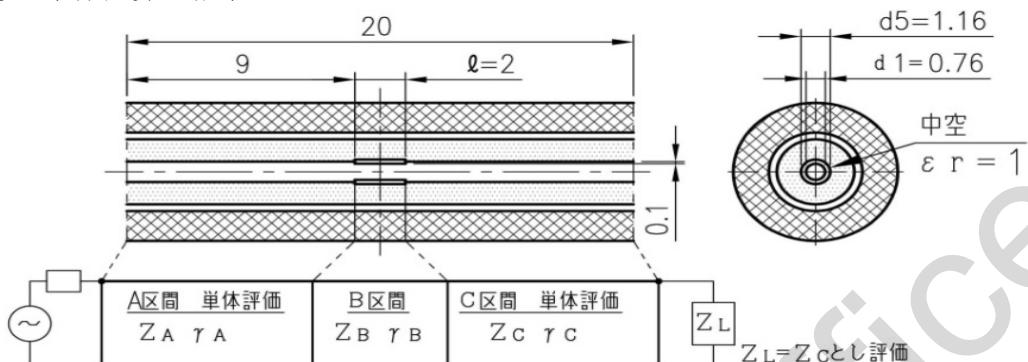
計算条件 縦列接続での評価-2

*本資料の、コピー及び再配布を禁止します。

3 評価形状-3 中心導体の形状変化したものの縦列接続

1) 目的 ①項と同一。

2) 評価形状と単体計算の結果



①Aの区間の単体評価

Z _A	49.43	Ω
L _A	0.00210	μH/9mm
C _A	0.857	pF/9mm
α _A	0.0031	pF/9mm
γ _A	-0.00633	
VSWR-A	1.0110	50Ωにて
	1.3000	隣接間で
⇒ Γ _A	0.13040	隣接間で

②Bの区間の単体評価

Z _B	64.26	Ω
L _B	0.00056	μH/2mm
C _B	0.1356	pF/2mm
α _B	0.00065	dB/2mm
γ _B	-0.0074	29.60
VSWR-B	1.2851	50Ωにて
	1.3000	隣接間で
⇒ Γ _B	0.13040	隣接間で

③Cの区間(Aと同一)

Z _C	49.43	Ω
L _C	0.00210	μH/9mm
C _C	0.857	pF/9mm
α _C	0.0031	pF/9mm
γ _C	-0.00633	
VSWR-C	1.0110	50Ωにて
	1.0000	Z _C にて
⇒ Γ _C	0.00000	Z _C にて

3) 計算結果

A. 反射を考慮しない直列接続で検討。

①合計静電容量

L_{all}	0.00476	μH/20mm
C_{all}	1.850	pF/20mm

③特性インピーダンス

Z_{all}	50.73	Ω
-----------	-------	---

④合計通過ロス

α_{all}	0.00684	dB/20mm
----------------	---------	---------

B. 反射を含む縦続接続

全体の反射係数より算出

①総合の反射係数

(3次反射まで)

②反射係数よりのVSWR

Γ	0.25649
----------	---------

VSWR	1.690
------	-------

③反射損失(リターンロス)

(大きい方が良い)

④伝送損失

L_T	11.818	dB
-------	--------	----

P_R	0.296	dB
-------	-------	----

⑤反射電力

P_T	6.579	%
-------	-------	---

P_T	93.421	%
-------	--------	---

4) 評価

- 反射による影響はかなり大きいのは解りますが、この計算が正解か否かは判定できません
CAE 等での解析により確認をしていただければと思います。

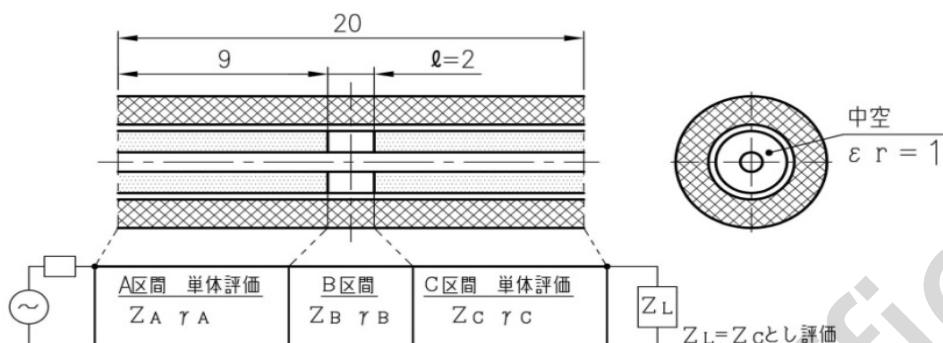
製品名/部品名	同軸コネクタ	目的	断面形状の変化による特性の比較。
---------	--------	----	------------------

計算条件 縦列接続での評価-3

*本資料の、コピー及び再配布を禁止します。

4 評価形状-3 誘電体を無しとしたものの縦列接続

- 1) 目的 ①項と同一。
2) 評価形状と単体計算の結果



*評価形状の説明

- ・コネクタ接触部の形状変化を想定し評価。
- ・中央部に 2mm の幅で d_1 の寸法を 0.2mm 変化させた時の計算結果。
- ・誘電体に 0.2mm 隙間があり、合成誘電率を計算。
- ・合成誘電率 = 1.574 合成誘電正接 = 0.000194
- ・ Z_L は、C 区間の反射をゼロとする為に Z_C に合わせている。

①Aの区間の単体評価

Z _A	49.43	Ω
L _A	0.00210	μH/9mm
C _A	0.857	pF/9mm
α _A	0.0031	pF/9mm
γ _A	-0.00633	
VSWR-A	1.0110	50Ωにて
	1.4140	隣接間で
⇒ Γ _A	0.17159	隣接間で

②Bの区間の単体評価

Z _B	69.91	Ω
L _B	0.00047	μH/2mm
C _B	0.9520	pF/2mm
α _B	0.00045	dB/2mm
γ _B	-0.0074	20.93
VSWR-B	1.3982	50Ωにて
	1.4140	隣接間で
⇒ Γ _B	0.17160	隣接間で

③Cの区間(Aと同一)

Z _C	49.43	Ω
L _C	0.00210	μH/9mm
C _C	0.857	pF/9mm
α _C	0.0031	pF/9mm
γ _C	-0.00633	
VSWR-C	1.0110	50Ωにて
	1.0000	Z_L にて
⇒ Γ _C	0.00000	Z_L にて

3) 計算結果

A. 反射を考慮しない直列接続で検討。

①合計静電容量	L_{all}	0.00467	μH/20mm
②合計インダクタンス	C_{all}	2.66610	pF/20mm
③特性インピーダンス	Z_{all}	41.838	Ω
④合計通過ロス	α_{all}	0.00665	dB/20mm

B. 反射を含む縦続接続

全体の反射係数より算出

①総合の反射係数 (3次反射まで)	Γ	0.33335
②反射係数よりのVSWR	VSWR	2.000
③反射損失(リターンロス) (大きい方が良い)	L_R	9.542 dB
④伝送損失	L_T	0.512 dB
⑤反射電力	P_R	11.112 %
⑥伝送電力	P_T	88.888 %

4) 評価

- ・この構造のコネクタも各種存在している、主に内部導体を大きくするために採用されている。
- ・反射による影響はかなり大きいのは解りますが、この計算が正解か否かは判定できません
CAE 等での解析により確認をしていただければと思います。

製品名/部品名	同軸コネクタ	目的	断面形状の変化による特性の比較。
---------	--------	----	------------------

計算条件	縦列接続でのVSWRの評価。
------	----------------

*VSWR値の異なるコネクタを縦列に接続した場合の変化を評価。

・Sパラメータを利用した行列式での計算例が見つかったので、前記の計算式との比較評価を行う。

1. 行列式での解の参考(Sパラメーターを利用)

* 日本航空電子工業の2018年度版カタログ「高周波コネクタ」付録資料に記載の

4. 縦続接続コネクタのVSWR算出方法に記載。

- 1) 評価値 ・周波数=2GHz
- 2) 評価コネクタ ・コネクタ-1～VSWR= 1.032
 ・コネクタ-2～VSWR= 1.062
- 3) 接続方法 ～ ・コネクタ-1+コネクタ-2で接続
- 4) 評価 ～ ・コネクタ-1から見たVSWR
- 5) 結果 ～ ・計算値 = 1.096
 ・実測値 = 1.091

6) VSWRからの換算

・VSWR	・反射係数	
1.032	0.0157	50Ωにて
1.062	0.0301	50Ωにて
1.096	0.0458	総合

2. 前記計算式での評価

- 1) 評価値 ・周波数=2GHz
- 2) 評価コネクタ ・コネクタ-1～VSWR=1.032
 ・コネクタ-2～VSWR=1.062
- 3) 接続方法 ～ ・コネクタ-1+コネクタ-2+コネクタ-3で接続
- 4) 評価 ～ ・コネクタ-1から見たVSWR ・VSWRの変更は外部導体の変更で対応。

・接続図



5) 結果

①コネクタ-1の単体評価			②コネクタ-2の単体評価			③コネクタ-3(コネクタ-1と同一)		
Z _A	48.45	Ω	Z _B	47.08	Ω	Z _C	48.45	Ω
γ_A			γ_B	0.00936	59.00	γ_C		
VSWR-A	1.0320	50Ωにて	VSWR-B	1.0620	50Ωにて	VSWR-C	1.0320	50Ωにて
=	1.0291	隣接間で	=	1.0620	隣接間で	=	1.0000	Z _c にて
$\Rightarrow \Gamma_A$	0.01440	隣接間で	Γ_B	0.03100	隣接間で	Γ_C	0.00000	Z _c にて

*反射を含む全体のVSWR値(反射係数より算出)

$$\begin{array}{l} \text{①総合の反射係数} \\ \text{(3次反射まで)} \quad | \Gamma \quad 0.0454 \\ \text{②反射係数よりのVSWR} \quad | \text{VSWR} \quad 1.0950 \end{array}$$

一以上一