

UDC [621.372.823:621.372.853.1].091.1

損失誘電体内装導波管における
減衰特性の実験的確認

山口 芳雄 阿部 武雄

山口芳雄, 阿部武雄: 正員 新潟大学工学部情報工学科

Experimental Verification for Attenuation Characteristics in a Lossy Dielectric-Lined Circular Waveguide. By Yoshio YAMAGUCHI and Takeo ABE, Regular Members (Faculty of Engineering, Niigata University, Niigata-shi, 950-21 Japan).

論文番号: 昭 56-297[B-91]

あらまし 厚い損失誘電体を内装した円形導波管内の HE₁₁, TE₀₁ モードの減衰特性を実測し, 周波数に対する減衰定数の波打ち現象を確認した。

1. まえがき

異なる2層の媒質(損失媒質を含む)で囲まれた中空円筒内におけるモードの性質として, 理論的に, 減衰定数は周波数の増加と共に振動しながら減少してゆく[†]ことが報告されている^{(1)~(4)}。この現象は Leaky wave でも Guided wave でも見られ, 特に後者では中間層の厚さがスキンドepsの約2倍以下で著しい⁽¹⁾。しかしながら, その実験的特性は明らかではない。

一方, この波打ち現象は導波路の多層構造に由来するものと考えられる。そこで筆者らは, 減衰定数の波打ち現象を実験的に確かめる目的で, コンクリートを内装した円形導波管を用いて HE₁₁, 及び TE₀₁ モードの減衰定数を実測した。本文は, 実験による減衰定数の周波数特性, および理論値との比較について述べたものである。なお, 理論値の導出については文献(1)を参照されたい。

2. 減衰定数の測定

減衰定数の周波数に対する波打ち現象を実験的に確

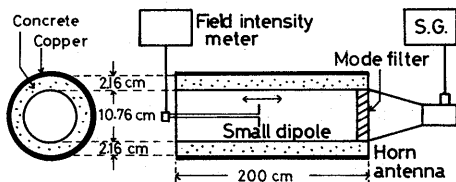


図1 測定装置
Fig.1- Experimental apparatus.

[†] この現象を波打ち現象と呼ぶことにする。

認することを目的として, 図1に示されるような2層構造の円筒を用いて, 周波数2~12GHzにおける HE₁₁, TE₀₁ モードの減衰特性を調べた。この円筒は, 内径10.76 cm, 外径15.08 cm, 長さ2 mのコンクリートパイプを厚さ1 mmの銅板で囲んだものであり, コンクリートは適当な損失を持つため, 簡単な測定で減衰定数を得ることができる。

コンクリートの組成はセメント50%, 砂50%程度であり, 温和剤が添加されている。その媒質定数は定在波比法⁽⁵⁾を用いて9 GHz帯で実測した値が

比誘電率 (Relative dielectric constant)

$$\epsilon_r = 11.37$$

導電率 (Conductivity) $\sigma = 1.21 \text{ S/m}$

であり, 銅の値は

$$\epsilon_r = 1, \sigma = 5.81 \times 10^7 \text{ S/m}$$

を用いた。

測定周波数帯での銅の厚さはスキンドepsに比べて無限大であり, コンクリートの厚さは図2に示すように, そのスキンドepsの1.7倍以下である。

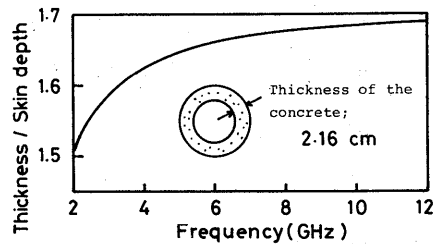


図2 コンクリートの厚さとスキンドepsの関係

Fig.2-Relation between thickness and skin depth of the concrete.

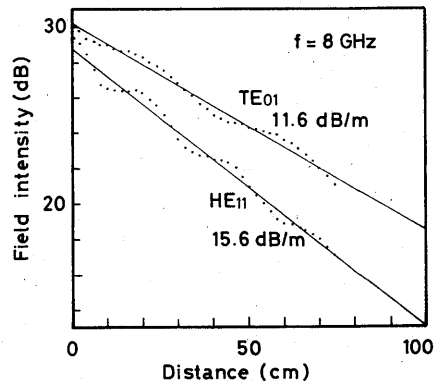


図3 軸方向に対する電界強度

Fig.3-Field intensity in axial direction.

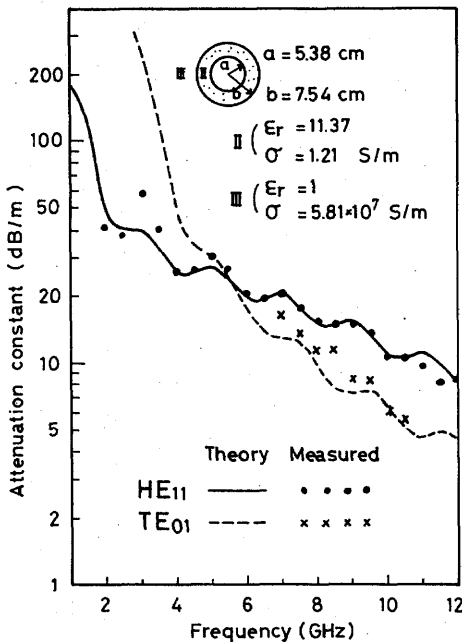


図4 減衰定数の周波数特性
Fig.4-Frequency characteristics of attenuation constant.

測定方法は図1に示すように、励振にホーンアンテナ(方形, 円すい)を用い, モードフィルタを通して所望のモードを円筒内に伝送させ, 微小ダイポールを用いて断面内の電界分布を確かめた上で, 軸方向の移動距離に対する電界強度(Field intensity)を測定した。測定結果の一例として, 図3に周波数8 GHzにおける各モードの減衰特性を示す。減衰定数は平均的な傾きから算出できる。

図4に, 実測値と理論値の減衰定数の周波数特性を示す。HE₁₁モードの実測値は非常によく理論値と一致しており, 波打ち現象が分かる。TE₀₁モードの場合, 波打ち現象は見られるが, 理論値と多少異なる。この原因は, 周波数によって完全なTE₀₁モードを励振することが難しく, 断面内電界分布のひずみ, 測定精度などに起因するものと思われる。

3. むすび

損失誘電体内装導波管内におけるモードの減衰特性を実験的に調べ, 周波数の増加に伴い減衰定数が振動しながら減少してゆく現象を確認した。今後, 他のモードについての実験や, 薄い誘電体を内装した導波管など, 種々の多層導波路での減衰特性を調べる予定である。

文 献

- (1) 山口, 阿部, 土田: "2層損失媒質で囲まれた中空円筒内の伝搬定数", 信学論(B), J64-B, 4, pp.312-317(昭56-04)。
- (2) 山口, 阿部, 土田: "2層損失媒質で囲まれた中空円筒内の電波伝搬特性", 信学技報, A-P80-42, (1980-07)。
- (3) Miyagi and Nishida: "A proposal of low-loss leaky waveguide for submillimeter waves transmission", IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-28, 4, pp.398-401 (April 1980)。
- (4) Miyagi and Nishida: "Transmission characteristics of dielectric tube leaky waveguide", IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-28, 6, pp.536-541 (June 1980)。
- (5) Max Sucher and Jerome Fox: "Handbook of Microwave Measurements", 2, pp.511-513, John Wiley & Sons (1963)。

(昭和56年1月16日受付)