

◇技術紹介 Technical Report

テレビ電波吸収PCa版

— 立体編布による吸収材の保持法 —

Television Wave Absorbing Pre-cast Wall Panel

— The Method to Keep Electric Wave Absorber by Using Three-Dimensional Knitted Fabric —

杉本 弘道 Hiromichi Sugimoto  
 小川 晴果 Haruka Ogawa  
 木村 耕三 Kohzo Kimura  
 吉田 克雄 Katsuo Yoshida

1. はじめに

都市部における高層建造物の増加に伴い、テレビ電波がこれらの建造物に反射することによってテレビ画面が二重三重に映るゴースト現象といった受信障害が問題になっている。

テレビ電波の反射障害対策の一つとして建造物外壁面で電波を吸収させ、反射波を低減させる方法がある。現在、様々な電波吸収方法が研究開発されているが、一般的にフェライトタイルをビル外壁面に取り付けることが行われている。フェライトタイルは化学的に安定で、経年劣化が少なく耐久性に優れており、外装パネルに適用する上で必要な耐食性、耐薬品性、耐凍結性などについても充分条件を満たしている。しかし、フェライトタイルの表面は非常に平滑であるため、コンクリートとの付着強度がほとんど期待できない。そこで、外装の仕上げタイルにクリップを取り付けフェライトタイルをはさみ込んで機械的に保持する方法がこれまで用いられてきた。この方法では、外装の仕上げタイルの寸法やフェライトタイルの間隔（空隙率）に制約を受けるため、意匠の自由度や電波吸収性能などが損なわれることがあった。

そこで、これらの問題点を解決するため、フェライトタイルを外装タイル剥離防止工法用に開発された立体編布を用いて、電波吸収PCa版として構成する工法を開発した。この工法により、外装の仕上げはタイル以外にも打ち放しや塗装仕上げも可能となるほか、立体編布を用いているため剥落の危険性がない。また、フェライトタイルを自由にパネル内に配置できるため、吸収性能の設計が容易になり、高性能な電波吸収壁を製作することができる。

2. PCa版の概要

2.1 従来工法

従来の保持方法は、両端部にクリップを取り付けた外装仕上げタイルの裏面に接着剤を塗布し、そこにフェライトタイルを配置する。その上にコンクリートを打設するとクリップがアンカーとして働き、フェライトタイルを保持させていた。Fig. 1にその構成を示す。

従来工法では、クリップの取り付け、目地部のモルタル打設、接着剤の塗布など多大な労務がかかり、さらに型枠の専有時間が長いなど製作上の欠点もあった。

2.2 本工法

本工法による保持方法は、まず、フェライトタイルをユニット化するための固定材を除く表面部分を立体編布でくるむ。型枠に外装仕上げタイルを配置し、目地モルタルを全面に流し込む。モルタルが硬化しないうちに立体編布でくるんだフェライトタイルを配置していき、配筋、コンクリートの打設を行う。Fig. 2にその構成、Fig. 3に概念図を示す。

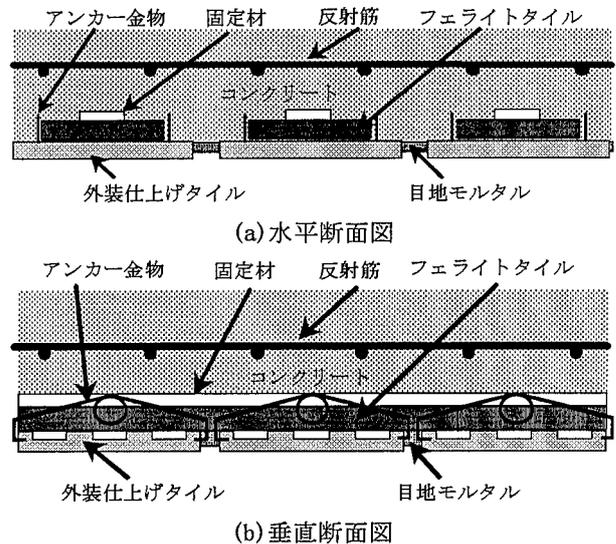


Fig. 1 従来工法による保持方法  
 Keeping Way Utilizing Usual Method

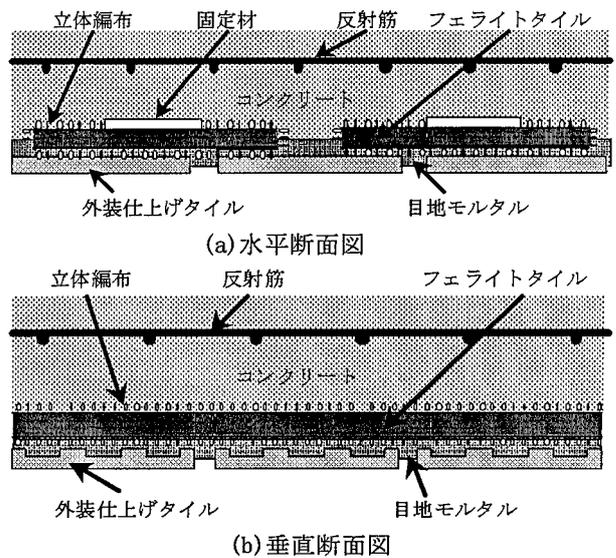


Fig. 2 本工法による保持方法  
 Keeping Way Utilizing This Method

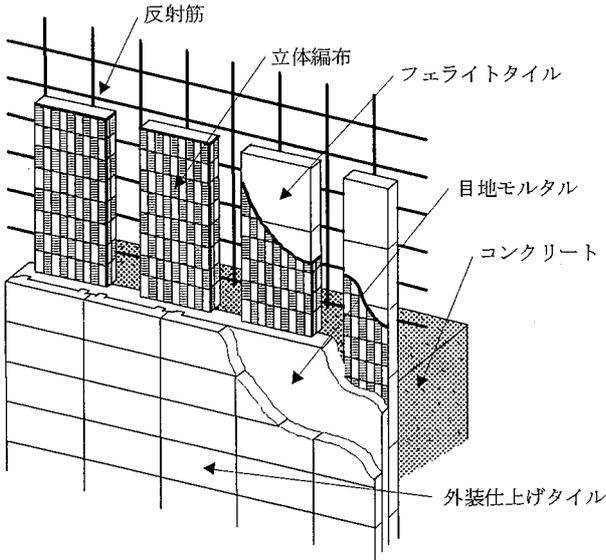


Fig. 3 本工法の構成図  
Constituent Figure of This Method

### 3. 電波吸収性能測定

#### 3.1 試験体

試験体は電波吸収壁の設置予定物件で計画しているP C a 版の仕様に準じて製作した。試験体パネルの詳細をTable 1に示す。また、この試験体パネルは後述の剥離強度試験にも使用した。

#### 3.2 測定方法

電波吸収性能の測定にはタイムドメイン評価法を用いた。まず、測定レベルデータを逆フーリエ変換により時間領域のデータに変換する。この時間領域のデータをゲーティング処理により、試験体からの反射波以外の不要な信号を除去する。その後、再度フーリエ変換を行い周波数領域データに変換を行って、各測定周波数における反射波レベルを求める。同様に、基準となる金属反射板からの反射波レベルを求める。この金属反射板の反射損失を0dBとし、金属反射板と試験体の反射波レベルの差を求め、これを試験体の反射損失(吸収性能)とした。測定系をFig. 4に示す。

#### 3.3 測定結果

測定結果をFig. 5に示す。今回、試験体製作時に考慮した計画物件の電波吸収性能仕様は100MHzで15dB以上、200MHzで13dB以上であった。タイムドメイン法による測定結果は、100MHzで24.6dB、200MHzで17.5dBであり、良好な吸収性能が得られた。

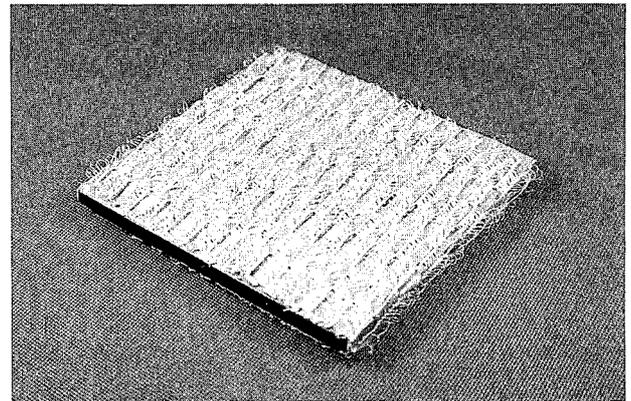


Photo 1 立体編布でくるんだフェライトタイル  
Wrapped Ferrite Tile in Three-Dimensional Knitted Fabric

Table 1 試験体パネルの詳細  
Detail of Test Panel

パネルサイズ	6400×2600 mm
フェライトタイル	100×100×7 mm
外装仕上げタイル	45 二丁 95×45 mm
目地モルタル	厚さ 5 mm (タイル裏足から)
構造筋	10 φ @200 mm 2段
反射筋	磁界方向10 φ @200mm (兼構造筋) 電界方向6 φ @200/3mm (含構造筋)
フェライトタイルと 反射筋の間隔	30 mm

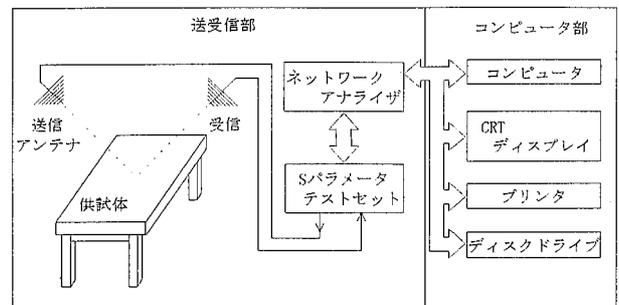


Fig. 4 測定系統図  
Measurement System

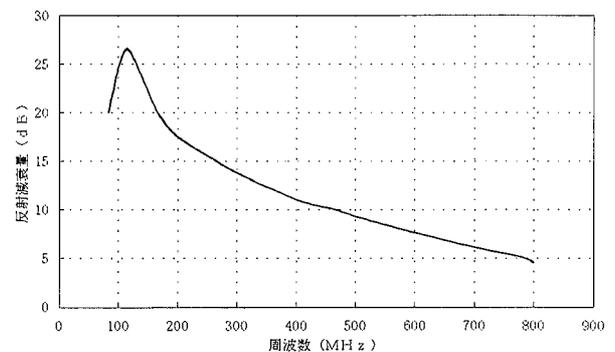


Fig. 5 電波吸収性能測定結果  
Results of Wave Absorbing Test

#### 4. フェライトタイルと立体編布の接着耐久性試験

フェライトタイルの表面は非常に平滑なため、立体編布とフェライトタイルの接着耐久性が乏しいと、剥落はしないもののフェライトタイルの浮きを生じる恐れがある。そこで、フェライトタイルと立体編布の接着に用いる接着剤の耐久性を確認するために促進劣化試験を行った。

##### 4.1 試験体

フェライトタイル(100×100×7mm)片面に立体編布をエポキシ樹脂系接着剤を用いて張付け、1週間乾燥(20±2℃, 65±5%RH)養生を行う。その後、目地モルタルを厚さ5mmでその上に塗布し、さらに2週間乾燥(20±2℃, 65±5%RH)養生を行った。試験体の形状をFig. 6に示す。エポキシ樹脂系接着剤は5メーカー8種類について試験を行った。

##### 4.2 試験方法

Fig. 7に示す熱冷繰り返し装置を用い、105分間赤外線ランプを照射し、その後15分間散水することを1つの熱冷サイクルとする試験体の促進劣化を行った。この熱冷サイクルを0(初期値)、100および300サイクル行った。その後、試験体をFig. 8に示す要領でフェライトタイル表層まで目地モルタルに切込みを入れる。これに鋼製アタッチメント(寸法40×40mm)を張付け、建研式接着力試験器を用いて接着強度を測定した。

##### 4.3 測定結果

Fig. 9に0, 100および300サイクル後の接着強度試験結果を示す。それぞれの条件の試験対数を3として、その平均値を試験結果としている。

0サイクルの接着強度は何れの試験体でもJASS19(陶磁器質タイル張り工事)に規定された接着強度6kgf/cm<sup>2</sup>以上を満足しており、フェライトタイルとエポキシ樹脂系接着剤の界面剥離も生じていない。

熱冷サイクルの増大に伴い、ほとんどの試験体で接着強度が低下しており、フェライトタイルと接着剤の界面での剥離を多く呈していた。300サイクル後もJASS19の接着強度の基準値を満足する試験体はAとGの2種類であった。このうちGは3体の試験体のうち、1体が接着強度試験前にフェライトタイルとの界面で剥離しており、接着信頼性に問題がある。一方、試験体Aは300サイクル後の接着強度は初期値のそれに比べ74%程度に低下しているものの、破断状況の変化も小さいことから、今回取上げた接着剤の中では最も良好であった。

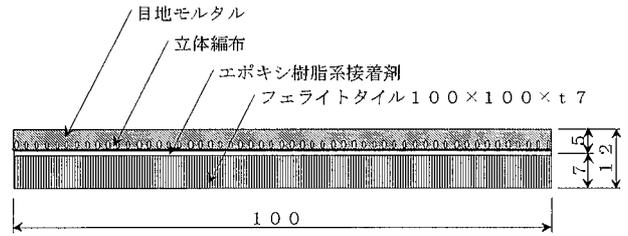


Fig. 6 試験体の形状  
Detail of Specimen

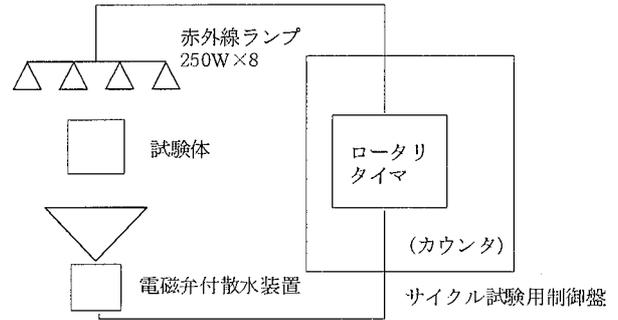


Fig. 7 熱冷繰り返し装置  
Alternate Warm and Cold Device

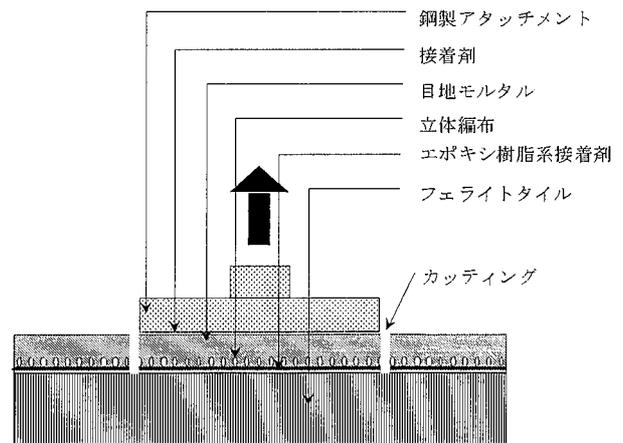


Fig. 8 接着強度の試験方法  
Method of Strength Test

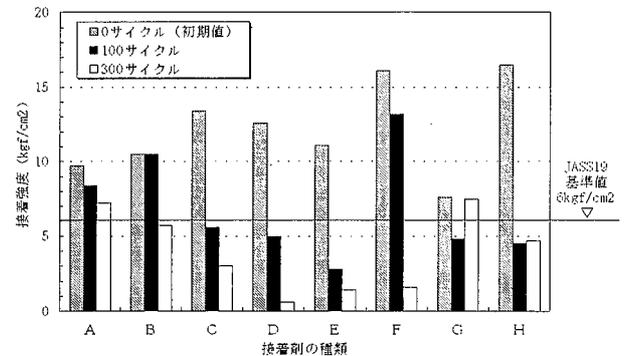


Fig. 9 接着耐久性試験結果  
Results of Durability Strength Test

## 5. 剥離強度試験

PCa版とした場合の接着力を調べるために剥離強度試験を行った。試験体は電波吸収性能測定に使用した実物大サイズのPCa版を用いた。

### 5.1 試験方法

Fig. 10に示す要領で目地部からコンクリート層まで切込みを入れ、外装仕上げタイルと同じ大きさの鋼製アタッチメント（寸法95×45mm）を張付け、建研式引張り試験器を用いて接着強度を測定した。外装仕上げタイルとフェライトタイルは様な配置関係にないため、多様なパターンが得られるよう20枚分を選んでアタッチメントを装着した。

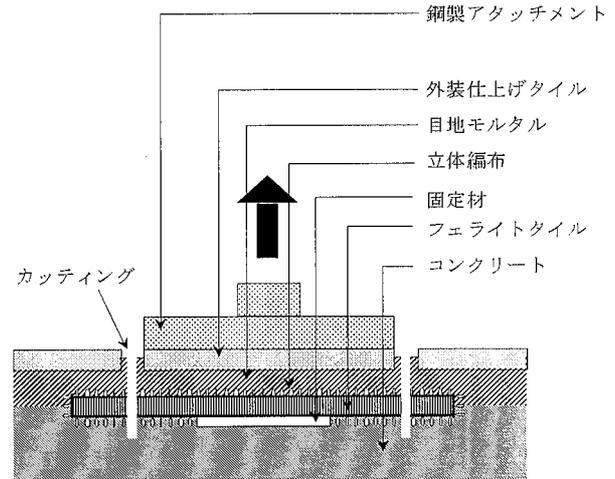


Fig. 10 接着強度の試験方法  
Method of Strength Test

### 5.2 測定結果

Fig. 11に剥離強度試験結果を示す。何れの箇所でもJASS19に規定された接着強度6kgf/cm<sup>2</sup>以上を満足しており、平均で10.2kgf/cm<sup>2</sup>であった。

剥離状況は10kgf/cm<sup>2</sup>を超えた9枚のタイルのうち8枚は仕上げタイル裏面での剥離であり、残り1枚は接着剤とフェライトタイル表面（仕上げタイル側）であった。

比較的接着強度の低かった5枚のタイルは、仕上げタイル面に対してフェライトタイルを一列にユニット化するための固定材（塩ビ製）が入っており、その部分が剥離していた。接着強度が低かった理由としては、固定材部分には立体編布を貼り付けておらず固定材とフェライトタイルの接着に用いた接着剤の強度が弱かったためである。これに対しては、固定材部分にも立体編布を貼るか、固定材の幅を小さくすることにより改善することが可能である。

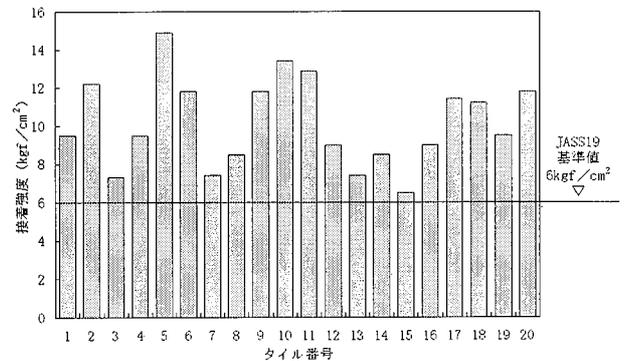


Fig. 11 接着強度試験結果  
Results of Strength Test

## 6. まとめ

本工法の実用化に向けての基礎的実験を行ってきた。以上の結果より、耐久性および接着強度のある接着剤が確認でき、PCa版にした場合の接着強度も十分であった。

今回のPCa版の製作工程および性能評価実験を通じて当工法は以下の特長を有するとともに、十分実用に共することが確認できた。

- 1) 外装タイルの制約を受けないので、意匠の自由度が向上する
- 2) フェライトタイルを自由に配置できるため、吸収性能設計が容易であり、高性能なPCa版の製作ができる。
- 3) 立体編布を用いているので剥落の危険性がない。
- 4) 従来工法に比べ短工期かつ廉価で製作できる。

## 謝辞

PCa版の製作および各種性能評価にご尽力いただいた株式会社ショックベトン・ジャパン他、関係各位に謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 三谷, 林, 他: CFRP層に対する保護モルタルの接着安定性に関する基礎的実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p. 399~400, (1997)
- 2) 杉本, 吉田, 他: 立体編布を用いたテレビ電波吸収PCa版の開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p. 1055~1056, (1998)