

タイル剥落防止工法の耐震性能(その3)

付着力の経年劣化を想定した静的水平力載荷実験

三谷 一房 小川 晴果
津田 和明 川口 徹

Seismic Test on Methods of Preventing Tilework Fall-off (Part3)

Evaluation by Static Horizontal Loading Tests Assuming Loss of Bond with Age

Hitofusa Mitani Haruka Ogawa
Kazuaki Tsuda Toru Kawaguchi

Abstract

Exterior finishing layers of buildings such as ceramic wall tiling installed by the wet method are prone to delamination due to differential movement caused by changes in temperature and wet-to-dry cycles. This can result in fall-off of tiles during earthquakes. Loss of bond with age at the interface between different materials composing tiling should be considered when evaluating its the seismic resistance capacity. Many new methods are being developed for prevention of tilework fall-off. In this study, seismic tests were conducted using true-to-scale specimens of tile covered walls with artificial delamination between concrete and bedding mortar in order to determine the seismic resistance capacity of these methods after delamination. It is concluded that the methods utilizing piled cone-nuts or a three-dimensional fabric have sufficient capability to prevent cracks and fall-off of tiling above a 1st-story deformation angle of 1/250.

概要

外壁タイル張り仕上げなど湿式工法による仕上げ層は、冷熱と乾湿の繰返しによって引き起こされるディファレンシャルムーブメントにより、地震時以外にも局所的には剥離を生じやすい。すなわちタイル張り仕上げの耐震性を検討する際も、それを構成する異種材料間の付着力の経年劣化を考慮しておく必要があると考えられる。本報告では、各種のタイル剥落防止工法を取り上げ、モルタルの付着力低下を想定した試験体を作製し、水平加力実験によって各工法の耐震安全性を検討した。その結果、ループボンド工法やアンカーピンを併用したベースネット工法およびインターネット工法では、その機械的な接合効果によって層間変形角1/250以上でもタイル張り仕上げのひび割れや剥落を防止できることが確認された。

1. はじめに

既報(その1)¹⁾において、各種のタイル剥落防止工法を取り上げ、健全に施工された実仕様の縮小試験体を作製し、地震時を想定した水平加力実験によって、これらの工法の耐震安全性を検討した。

しかしながら外壁タイル張り仕上げなど湿式工法による仕上げ層は、冷熱と乾湿の繰返しによって引き起こされるディファレンシャルムーブメントにより、地震時以外にも局所的には剥離を生じやすい。すなわちタイル張り仕上げの耐震性を検討する際も、それを構成する異種材料間の付着力の経年劣化を考慮しておく必要があると考えられる。

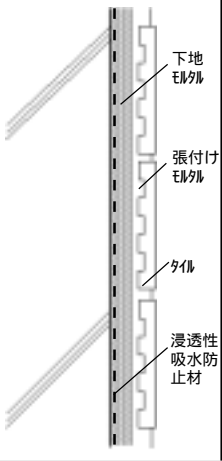
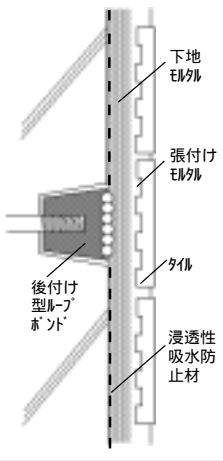
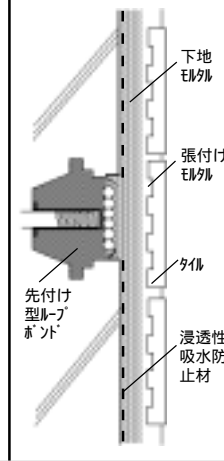
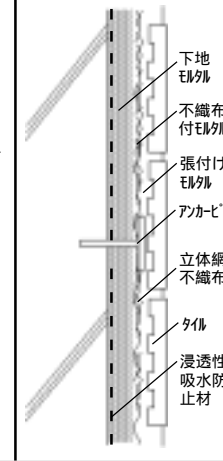

本報では、既報(その1)と同様に各種のタイル剥落防止工法を取り上げ、剥離発生事例の多いコンクリート躯体と下地モルタル間において付着力の低下を想定した試験体を作製し、水平加力実験によってこれらの工法の耐

震安全性を検討した。

2. 耐震安全性の目標値

外壁仕上げなど非構造部材の耐震性確保のためには、構造体の層間変形に対する追従性が最もクリティカルになる。したがって構造体の層間変形角を考慮して、非構造部材の耐震性に対する目標値を設定することが基本とされる。特に大地震時の構造体の層間変形角について、鉄筋コンクリート造の構造体では1/200とするもの²⁾が一般的である。

これに対し本実験では、タイル張り仕上げ部全体に対しその追従性を評価するために、鉄筋コンクリート造壁試験体の破壊モードを、壁脚部のみに変形が集中する曲げ降伏先行型とせず、壁板全体が均一に変形するせん断変形卓越型として計画した。そのため正負交番の繰返し載荷が可能な層間変形角を最大で1/250とした。

工法名	在来工法 ^{*1} (剥落防止対策なし)	パイル付きコーン工法		立体繊維材料張り工法	
		後付け型 ループボンド工法	先付け型 ループボンド工法	ベースネット工法 ^{*2}	インターネット工法 ^{*3}
試験体 No.	1	2	3	2	3
工法断面					

*1: 片面は、仕上げなし *2: 通常、アンカーピンを併用しない *3: 通常、コンクリート表面に指定のポリマーセメントモルタルを約2mm塗布

Fig. 1 タイル張り工法の種類
Types of Tiling Methods

3. 実験計画

3.1 試験体の作製

タイル張り仕上げを施工した鉄筋コンクリート造試験体(以下、RC試験体と言う)の作製方法およびタイル張り仕上げの施工方法は、既報(その1)に準じた。取り上げたタイル張り工法の種類をFig.1に示す。

既報(その1)では、下地モルタルの施工前、RC試験体の壁板表面に吸水調整材を塗布したが、本実験では下地モルタルの付着力低減を図るために浸透性吸水防止材を塗布(塗布量: 150g/m²)した。

ループボンド工法では、型枠締付け時に使用されるコーンを除去し、そのコーンの跡穴に後付けループボンドを固定する工法³⁾(後付け型ループボンド工法)と、型枠締付け時のコーンとして先付けループボンドを兼用し、コンクリートに打込む工法(先付け型ループボンド工法)の2種類の工法を用いた。先付け型ループボンド工法は、型枠脱型後に行う後付けループボンドの取付け工程を省略する目的で新たに提案したものである。その外観および施工状況をPhoto 1に示す。

3.2 加力方法

加力方法は、既報(その1)に準じた。試験体の水平加力状況をPhoto 2に示す。

3.3 測定項目および方法

測定項目および方法は、既報(その1)に準じた。タイル表面ひずみの測定は、ループボンドまたはアンカーピンによる点接合部近傍と壁中央部で測定した。さらに、RC試験体に対するタイル張り仕上げ層の水平方向と鉛直方向の相対変位量を高感度変位計で測定した。Fig. 2に、インターネット工法を適用した試験体でのひずみ



Photo 1 先付けループボンドの外観とその施工状況
Appearance of Pre-attached Piled Cone-nut



Photo 2 加力状況
State of Loading Test

ゲージおよび高感度変位計の取り付け位置を例示する。

4. 実験結果

4.1 RC試験体の破壊性状

RC試験体の破壊性状は既報(その1)と同様である。すなわち、側柱脚部の曲げひび割れ、壁板引張側下部の曲げせん断ひび割れ、壁板中央のせん断ひび割れを順次生じ、最終的には側柱を巻き込みながら壁板のコンクリー

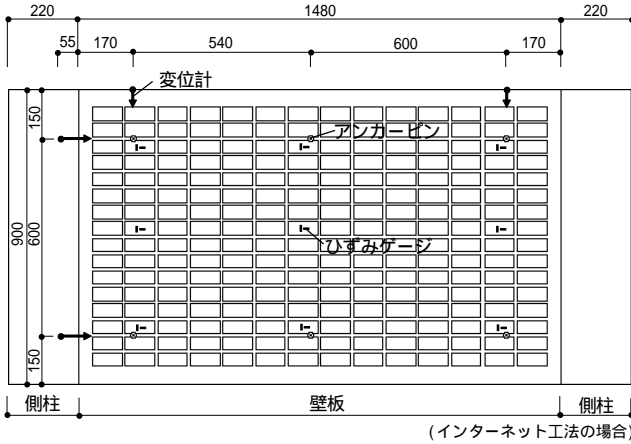


Fig. 2 ひずみゲージおよび変位計の取り付け位置
Location of Strain Gauges and Displacement Apparatuses

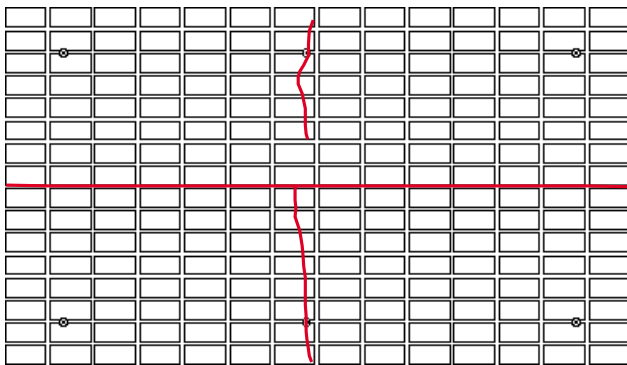


Fig. 4 ベースネット工法における破壊後の状況(No.2)
(破壊時の層間変形角 $R=4.7/1000$)
Crack Pattern of Tiling by the Method Utilizing a
Three Dimensional Fabric "Base-net" after Failure

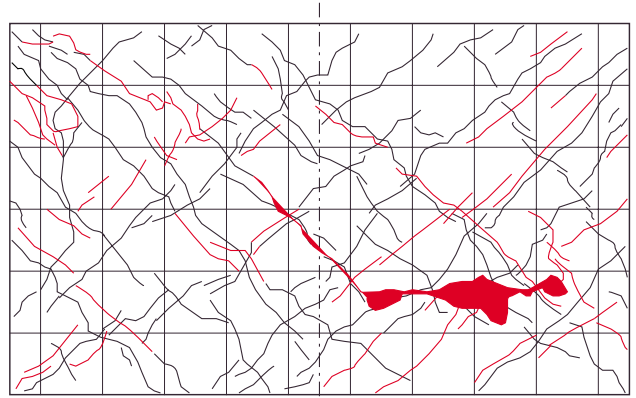


Fig. 3 RC試験体(No.1)の破壊後の状況
(破壊時の層間変形角 $R=4.8/1000$)
Crack Pattern of RC Skeleton after Failure

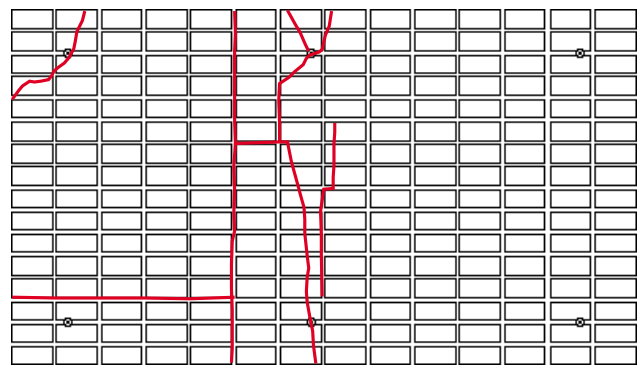


Fig. 5 インターネット工法における破壊後の状況(No.3)
(破壊時の層間変形角 $R=4.8/1000$)
Crack Pattern of Tiling by the Method Utilizing a
Three Dimensional Fabric "Inter-net" after Failure

トが、層間変形角 $R=4.8/1000$ (No.1,3), $R=4.7/1000$ (No.2)でせん断破壊した。RC試験体(No.1)の破壊後の状況をFig.3に示す。

4.2 タイル張り仕上げの挙動

4.2.1 破壊経過 タイル張り仕上げは、浸透性吸水防止材による付着力低減処理によって、加力前にすべての工法において、RC試験体と下地モルタルの界面で全面的に剥離を生じた。このため、剥落防止対策のない在来工法では、タイル張付け14日後に、タイル張り仕上げの自重によって全面的に剥落した。

一方、後付け型・先付け型ループボンド工法およびアンカーピンを併用したベースネット工法・インターネット工法では、RC試験体と下地モルタルの界面で全面的に剥離しているにもかかわらず、前者ではループボンド、後者ではアンカーピンによる点接合のみによってタイル張り仕上げ層が保持された。加力実験においてもこれらの工法では、層間変形角 $R=1/250$ の繰返し加力終了時まで、タイル張り仕上げにひび割れは発生せず、剥落はしなかった。

RC試験体の破壊時においては、後付け型ループボンド工法の場合(No.2)、コンクリート壁が局部的に面外方向へ膨れ、タイル張り仕上げが全面的に剥落した。ループ

ボンド部の破壊状況として、ループパイル自体に引張変形と破断が認められたことから、破壊時の急激な面外方向の変形には追従できなかったものと考えられる。先付け型ループボンド工法による場合(No.3)は、RC試験体の破壊時までタイル張り仕上げにひび割れは認められず、剥落もしなかった。

アンカーピンを併用したベースネット工法(No.2)およびインターネット工法(No.3)では、RC試験体の破壊時にはそれぞれ、Fig.4およびFig.5に示すひび割れを生じたものの、剥落はしなかった。これは繊維材料による面内方向の拘束とアンカーピンによるコンクリート壁との接合効果によるものと考えられる。

4.2.2 タイル表面の発生ひずみ Fig.6に層間変形角とタイル表面の発生ひずみの関係を示す。ここでは各工法ごとに一例として、壁中央部近傍および点接合部近傍の挙動を示した。RC試験体と下地モルタルの付着が健全であった既報(その1)の結果と異なり、タイル表面にほとんどひずみは発生していない。RC試験体と下地モルタルがその界面で全面的に剥離している状態下では、コンクリートのひずみがタイル表面にほとんど伝達されないと言える。またループボンド部およびアンカーピン部近傍のタイル表面の発生ひずみも比較的小さかったことが

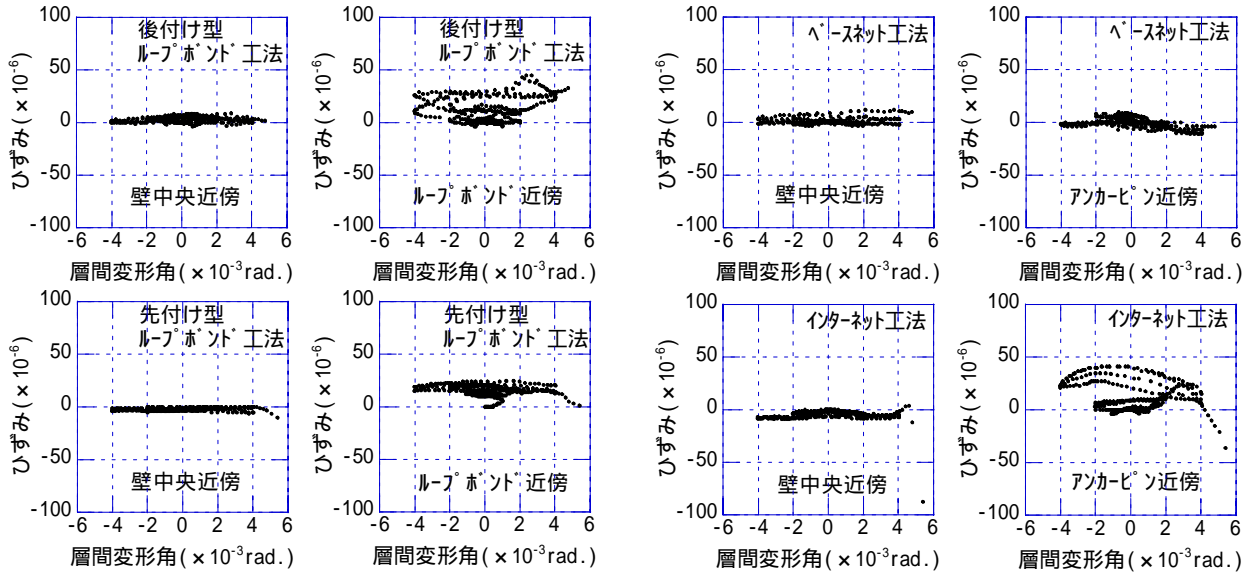


Fig. 6 層間変形角とタイル表面のひずみ(水平方向)の関係
Story Deformation Angle vs. Horizontal Tile Strain

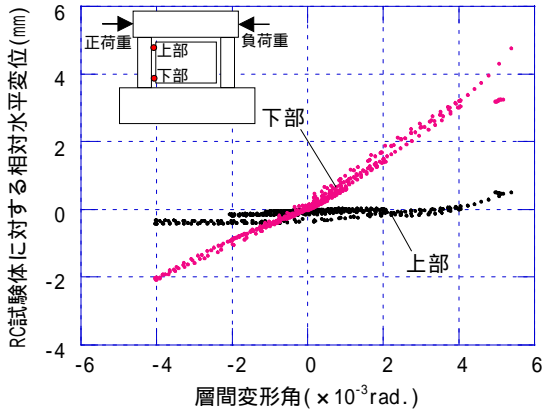


Fig. 7 層間変形角と相対水平変位の関係
(先付け型ループボンド工法)

Story Deformation Angle vs. Relative Horizontal Displacement in the Method Utilizing Previous Installed Piled Cone-nuts

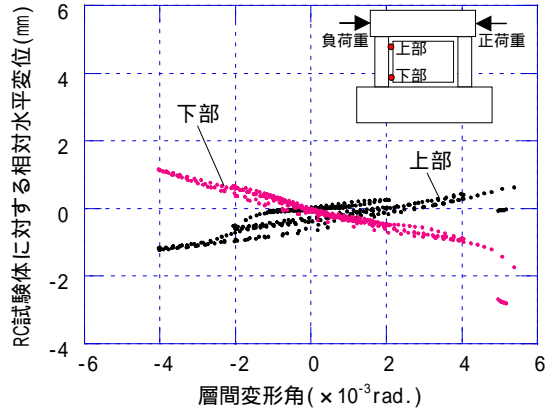


Fig. 8 層間変形角と相対水平変位の関係
(インターネット工法)

Story Deformation Angle vs. Relative Horizontal Displacement in the Method Utilizing a Three Dimensional Fabric "Inter-net"

ら、これらの点接合部は拘束力の高いものではなく、ある程度の変形追従性を伴うものであると考えられる。

4.2.3 タイル張り仕上げの相対水平変位 Fig.7に先付け型ループボンド工法におけるRC試験体に対するタイル張り仕上げ層の相対水平変位を、Fig.8にインターネット工法におけるそれを示す。前者において、仕上げ層下部のみの水平変位が層間変形角の増減に伴い変位している。すなわち仕上げ層は、上部のループボンド部を支点とした振り子挙動を行っている。また後者では、仕上げ層の上・下部で層間変形角の増減に伴い変位し、その変位量は前者の場合より小さい。これはアンカーピン部による拘束の程度が、ループボンド部よりも大きいためであると考えられる。

5. まとめ

本報告では、4 種類のタイル剥落防止工法を取り上

げ、下地モルタルの付着力低下を想定した試験体を作製し、水平加力実験によってこれらの工法の耐震安全性を検討した。その結果、後付け・先付けループボンド工法およびアンカーピンを併用したベースネット工法・インターネット工法では、その機械的な接合効果によって層間変形角1/250以上でもタイル張り仕上げのひび割れや剥落を防止できることが確認された。

参考文献

- 1) 小川, 他: タイル剥落防止工法の耐震性能(その1), 大林組技術研究所報, pp.1~6, (2001.1)
- 2) 建設大臣官房官庁営繕部監修: 官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 平成8年版, pp.38~40, (1996.11)
- 3) 三谷, 他: ループパイル付樹脂製コーンを用いたタイル剥落防止工法の開発, 日本建築工学会2000年大会学術講演会研究発表論文集, pp.93~96, (2000.10)