

外装タイル張り仕上層の細径ピンによる部分浮き補修工法の安全性に関する研究 その2 壁面 1m² あたりアンカーピン使用本数と保持力の算定及び安全性の検討

214-067 田中 幸一郎

1. はじめに

本研究その2では、その1の安全性検討フローのうち、壁面 1m² あたりアンカーピン使用本数と保持力の算定、ならびに安全性の検討を行うことを目的とする。

2. アンカーピンの壁面 1m² あたりの使用本数

図1に改修標仕 2016の壁面 1m² あたりアンカーピン割付け概要を示す。公共建築改修工事標準仕様書（建築工事編）平成 28 年版（改修標仕 2016）の「4.4.10 アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法」では、一般部分が 16 本/m²、見上げ面、ひさしのはな、まぐさ・隅角部分等の指定部分が 25 本/m² となる。

①一般部分標準グリッド(250×250) ②指定部分標準グリッド(200×200)

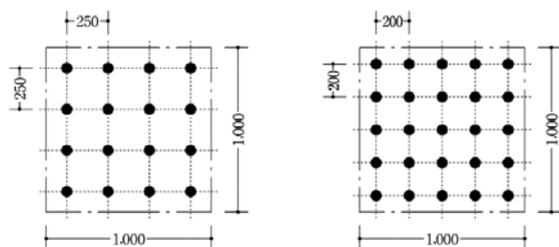
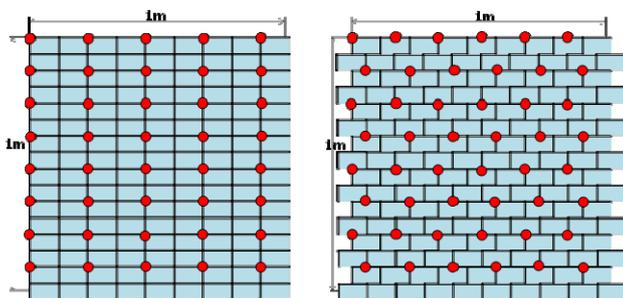
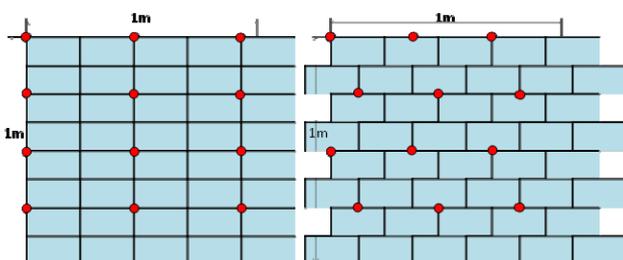


図1 改修標仕 2016のアンカーピン割付け概要

図2に外壁剥落防止協会 2017のビスクランプ工法の壁面 1m² あたりアンカーピン割付け概要を示す。ビスクランプ工法のアンカーピンは、通し目地がタイル4枚の田の字中心目地で1本を使用し、馬蹄み目地でタイル3枚のT字交差部目地で1本を使用する。ここでは、小口平 108×60×10mm と四丁掛 227×120×10mm とした。



a) 目地幅 5mm の小口平 108×60×10mm の割付け



b) 目地幅 5mm の四丁掛 227×120×10mm の割付け

図2 ビスクランプ工法のアンカーピン割付け概要

壁面 1m² の小口平は、通し目地が 5[本/m]×8[本/m]=40[本/1m²]に、馬蹄み目地が 6[本/m]×8[本/m]=48[本/1m²]になる。また、壁面 1m² の四丁掛は、通し目地が 3[本/m]×4[本/m]=12[本/1m²]に、馬蹄み目地も通し目地と同じ 3[本/m]×4[本/m]=12[本/1m²]になる。

3. アンカーピンの許容耐力及び壁面 1m² あたり保持力

3.1 アンカーピンの許容耐力の算定

目地幅 5mm にアンカーピンを打ち込む状況では、アンカーピン径が 4.5mm 程度になる。細径のアンカーピンの許容耐力を算定する品質基準には、日本建築工学会 JSFT での見直し規格案がある。表1に JSFT の径 4.5mm 以上の注入口付アンカーピンの品質基準案を示す。明示されていないが、モルタル部からの頭抜け試験の荷重[N/本]は、アンカーピン引張時に作用するアンカーピン頭部におけるモルタルへの圧縮時の支圧荷重を表す。また、ピンのせん断試験の荷重は、アンカーピン自体のせん断耐力を表す場合と、アンカーピン軸部が挿入されているモルタル部分のアンカーピンせん断時による支圧荷重を表す場合の2通りの意味がある。

表1 JSFT の径 4.5mm 以上の注入口付アンカーピンの品質基準案

試験項目	ピンの種類
引抜き試験の荷重	1500N/本以上
モルタル部からの頭抜け試験の荷重	1000N/本以上
ピンのせん断試験の荷重	3000N/本以上
漏れ性能	漏れないこと

それで、表1に基づきアンカーピンの引抜き荷重 1500 [N/本]以上、頭抜け荷重 1000[N/本]以上、せん断荷重 3000[N/本]以上とし、許容耐力を算定した。なお、長期許容耐力は、破壊荷重の 1/3 に、短期許容耐力を長期許容耐力×1.5 とした。

引抜き許容耐力 長期：500[N/本] 短期：750[N/本]
 頭抜け許容耐力 長期：333[N/本] 短期：500[N/本]
 せん断許容耐力 長期：1000[N/本] 短期：1500[N/本]

3.2 壁面 1m² あたり保持力の算定

壁面 1m² あたり保持力は、アンカーピン許容耐力と壁面 1m² あたりアンカーピン使用本数の掛け算で求まる。

壁面 1m² あたりの保持力[N/m²]

=アンカーピンの許容耐力[N/本]

×壁面 1m² あたりアンカーピン使用本数[本/1m²]

a) 改修標仕 2016 に従う場合のアンカーピンの壁面 1m² あたり保持力

一般部分：16[本/1m²]

引抜き保持力 長期：8000[N/m²] 短期：12000[N/m²]

頭抜け保持力 長期：5333[N/m²] 短期：8000[N/m²]
 せん断保持力 長期：16000[N/m²] 短期：24000[N/m²]
 指定部分：25[本/1m²]

引抜き保持力 長期：125000[N/m²]短期：18750[N/m²]
 頭抜け保持力 長期：8333[N/m²] 短期：12500[N/m²]
 せん断保持力 長期：25000[N/m²] 短期：37500[N/m²]

b) 小口平タイル 108×60×10mm のアンカーピンの壁面 1m²あたり保持力
 通し目地：40[本/1m²]

引抜き保持力 長期：20000[N/m²]短期：30000[N/m²]
 頭抜け保持力 長期：13333[N/m²] 短期：20000[N/m²]
 せん断保持力 長期：40000[N/m²] 短期：60000[N/m²]

馬踏み目地：48[本/1m²]
 引抜き保持力 長期：24000[N/m²]短期：36000[N/m²]
 頭抜け保持力 長期：16000[N/m²] 短期：24000[N/m²]
 せん断保持力 長期：48000[N/m²] 短期：72000[N/m²]

c) 四丁掛タイル 227×120×10mm のアンカーピンの壁面 1m²あたり保持力
 通し目地=馬踏み目地：12[本/1m²]

引抜き保持力 長期：6000[N/m²]短期：9000[N/m²]
 頭抜け保持力 長期：4000[N/m²] 短期：6000[N/m²]
 せん断保持力 長期：12000[N/m²] 短期：18000[N/m²]

4. 外力と保持力の比較に基づく安全性の検討

4.1 想定する建築物に対する外力の整理

a) 建築物の基準高さ H=60[m] (約 20 階建て高層建築物)

b) AIJ 荷重指針 2004 に従った固定荷重の自重にて、モルタル 20mm 厚+磁器タイル 7mm 厚の合計した磁器タイル張り 27mm 厚としての壁面 1m²の重量 561[N/m²] から、安全側に数値を丸めて壁面 1m²の重量 600[N/m²]

c) 基本風速 46[m/sec]、地表面粗度区分 I、AIJ 荷重指針 2004 の再現期間 r=500 年で、風圧力 (負圧隅角部) 10000[N/m²]

d) 磁器タイル張りの壁面 1m²の重量 600[N/m²]にて、SHASE 設備耐震 2012 の 20 階建て建築物 (高さ 60m) までのクラス S 固定条件の 15~20 階の上層階と、JSFT 外壁補修 2007 の場合において、水平方向の慣性力 1200[N/m²]と鉛直方向の慣性力 600[N/m²]

4.2 壁面 1m²あたりの水平方向の外力に対する安全性

壁面 1m²あたりの水平方向の外力に対する安全性は次式になり、細径アンカーピンの品質基準案に従う保持力において、改修標仕 2016 一般部やビスクランプ工法四丁掛で、安全性が確保されていないことがわかった。

$$\min. \{ \text{引抜き保持力[N/m}^2\text{]}, \text{頭抜け保持力[N/m}^2\text{]} \}$$

$$> \text{風圧力 (負圧隅角部) } 10000[\text{N/m}^2]$$

$$> \text{水平方向の地震慣性力 } 1200[\text{N/m}^2]$$

4.3 壁面 1m²あたりの鉛直方向の外力に対する安全性

壁面 1m²あたりの鉛直方向の外力に対する安全性は次

式になり、想定したタイルはすべて安全であるといえる。
 $\min. \{ \text{せん断保持力[N/m}^2\text{]}, \text{面圧保持力[N/m}^2\text{]} \}$
 $> \text{鉛直方向の地震慣性力 } 600[\text{N/m}^2]$

5. 転倒 (曲げ) モーメントに対する安全性の検討

SHASE 設備耐震 2012 では、設備機器の取付け固定時におけるアンカーボルトに作用する引抜き力を、固定機器の重心に作用する転倒 (曲げ) モーメントにより評価している。この固定機器 (壁掛け機器) の対応を準用して、タイル 4 枚の田の字中心目地にアンカーピン 1 本を使用する通し目地やタイル 3 枚の T 字交差部の目地でアンカーピン 1 本を使用する馬踏み目地における地震時の慣性力によるアンカーピンの引抜き力を検討する。

図 3 に通し目地及び馬踏み目地タイルに対して SHASE 設備耐震 2012 の壁掛け機器に見立ててのアンカーボルトに作用する引抜き力の概要、表 2 に外力と保持力の比較で安全性が確保できなかったビスクランプ工法の四丁掛の転倒 (曲げ) モーメント算定結果を示す。

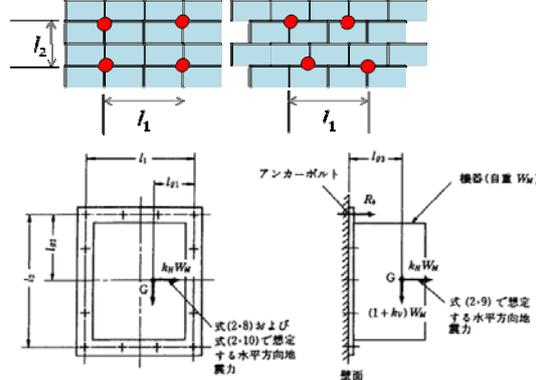


図 2-15 壁掛け機器

図 3 通し目地及び馬踏み目地タイルに対して SHASE 設備耐震 2012 の壁掛け機器に見立ててのアンカーボルトに作用する引抜き力の概要

表 2 四丁掛タイルの転倒 (曲げ) モーメントの算定結果

四丁掛タイル[mm]	227	120	10	目地幅 [mm]	5
ピッチ	464	縦	260		
ボルト取付け寸法	[mm]	奥行き方向	27	横方向	11
重心までの距離	[mm]	13g	13.6	11g	232
ボルト本数	[本]	縦横	4	縦横	2
ボルト径の径	[mm]		4		
ボルト断面積A[mm ²]=径の径 ² /4×π	A		12.6637		
ボルト許容引抜き荷重長期	[N・本]	a	333		
ボルト許容せん断力 長期	[N・本]		1000		
取付け面積	[mm ²]		116000		
壁面1m ² の重量	[N・m ²]		600		
取付け面積の重量	[N・m ²]	VM	60.6		
壁面に作用する設計用水平地震力	kt		2		
壁面に作用する設計用鉛直地震力	kV		1		
アンカーボルト1本の引抜き力					
Fib1	[N・本]	5.763 4 kt・VM・lg ² ・J1・nt ²		2.025 VM・(1+kV)・lg ³ ・J2・nt	3.758 4
Fib2	[N・本]	36.666 4 kt・VM・J2・lg ² ・J2・nt		34.8 VM・(1+kV)・lg ³ ・J2・nt	3.758 4
Fib	[N・本]	36.666 4 C		333	ボルト許容引抜き荷重
アンカーボルト1本のせん断力	[N・本]				1000
Q	[N・本]	49.21 46 3 C			1000

アンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法は、対象壁面積に対するアンカーピンの本数が多く、1 本あたりアンカーピンの引抜き力やせん断力は、長期許容荷重に対して、かなり小さく安全側にある。地震慣性力による転倒 (曲げ) モーメントで、アンカーピンが引き抜れたり、せん断破壊することは、ほとんどないといえる。

6. まとめ

本研究その 2 は、目地幅に細径アンカーピンを打ち込む工法の安全性を試算することができた。(中村研究室)