

# 論文 常温アスファルト合材を下地とした大形床タイル張りのひび割れ追従性と耐久性に関する研究

林 泉水\*1・伊藤 洋介\*2・河辺 伸二\*3・山崎 健一\*4

**要旨：**常温アスファルト合材(以下、常温 AS とする)を下地とした大形床タイル張り工法の研究が行われている。モルタルやタイルより強度が低い常温 AS を下地とすることで、コンクリートスラブ等の基材の伸縮によるひずみがタイルに伝わりにくくなり、ひび割れが軽減できると考える。本研究では、常温 AS 下地の性能について明らかにするため、ひび割れ追従性と耐久性について評価を行った。常温 AS 下地は、モルタルと比較し、ひび割れを緩衝することがわかった。また、常温 AS 下地は、温水に浸せきすることにより耐静荷重性の低下が見られた。

**キーワード：**大形床タイル、常温アスファルト、下地、ひび割れ追従性、引張接着性、屋外暴露、促進劣化

## 1. はじめに

従来、張付けモルタルを用いた大形床タイルの施工には、モルタル下地が多く用いられている。しかし、モルタル下地は、図-1 に示すようにコンクリートやモルタルの伸縮によるひずみが集中的にタイルの一部分に伝わり、大形床タイルにひび割れを起こす問題がある。

そこで、床タイルがひび割れを起こしにくい施工法として床に石を施工する方法と同様に、未硬化の敷きモルタルを下地としてセメントペーストで床タイルを張り付ける工法<sup>1)</sup>が用いられている。しかし、この工法を大形床タイルの施工に用いた場合、タイル裏面に空隙が生じやすくなる。石に比べて厚さが薄い大形床タイルをこの工法で施工すると、タイルの上を歩行した際に、甲高い空隙音を発生させる原因となる。

こうした問題を解決するため、大形床タイルを弾性接着剤張りする工法<sup>2)</sup>や、有機系接着剤の上にモルタルでタイルを施工する工法<sup>3)</sup>についても検討されているが、未だ完全な解決には至っていない。

一方、モルタル下地を用いてタイル張りを行う場合、モルタルの硬化のための養生期間が必要であるため、小面積の施工であっても下地の施工からタイルの施工までを1日で完了できないという問題もある。

そこで、ひび割れの問題を解決するため、著者ら<sup>4)~6)</sup>

は、常温アスファルト合材(以下、常温 AS とする)を下地とした大形床タイル張り工法の開発を行ってきた。

常温 AS とは、骨材をアスファルトと混合・製造し、常温で保存と舗設ができるアスファルト混合物である。

本工法では、大形床タイルの施工において、モルタルやタイルより強度が低い常温 AS を下地とし、張付けモルタルで大形床タイルを施工する。これにより、基材の伸縮によるひずみが生じても、図-1 に示すように常温 AS によりひずみが分散されるため、タイルのひび割れを起こしにくくなると考える。また、常温 AS はモルタルに比べて硬化が早いので、条件によっては下地の施工からタイルの施工までを1日で完了できると考える。

既往の研究<sup>6)</sup>では、常温 AS を下地とした大形床タイル張りは、耐衝撃性はモルタル下地と同等以上、耐静荷重性は JIS A 1450 : 2015 を参考にした結果、所定荷重を満たすことを確認した。しかし、ひび割れ追従性については試験方法について引き続き検討が必要であった。また開発当初から、猛暑で屋外に施工された常温 AS が高温となった場合、軟化する可能性が指摘されており、その影響については明らかでない。

そこで本研究では、ひび割れ追従性、屋外暴露による引張接着性の経時変化を確認し、その結果に応じて促進劣化処理の影響を検討する。

## 2. 供試体

### 2.1 ゼロスパンテンション試験の供試体

表-1 に常温 AS の調合を、表-2 にゼロスパンテンション試験の供試体の仕様を示す。既往の研究<sup>6)</sup>では、基材をフレキシブル板としていたが、タイル周辺が破壊する

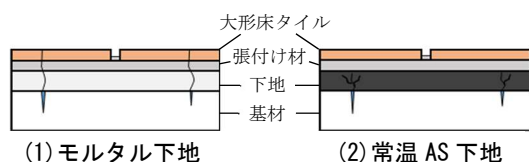


図-1 大形床タイルのひび割れの様子

\*1 名古屋工業大学大学院 社会工学系プログラム (学生会員)

\*2 名古屋工業大学大学院 准教授 博士(工学) (正会員)

\*3 名古屋工業大学大学院 教授 工博 (正会員)

\*4 (株)テックタイリング

表-1 常温 AS の調合

	細粒系 5mm <sup>*1)</sup>		密粒系 13mm <sup>*1)</sup>		開粒系 5mm <sup>*1)</sup>		サンドタイプ				
	調合率(%)		計量値		調合率(%)		計量値		調合率(%)		
	骨材比	混合物比	(kg)	骨材比	混合物比	(kg)	骨材比	混合物比	(kg)	骨材比	混合物比
3BIN <sup>*2)</sup>	0	0	0	27.4	25.8	258	0	0	0	0	0
2BIN <sup>*2)</sup>	39.7	37.3	373	12.3	11.6	116	66.0	62.7	627	0	0
1BIN <sup>*2)</sup>	57.4	54.0	540	57.4	54.0	540	32.0	30.4	304	97.0	89.2
石粉	2.9	2.7	27	2.9	2.7	27	2.0	1.9	19	3.0	1.9
パイ ンダ <sup>*3)</sup>	-	6.0	60	-	6.0	60	-	5.0	60	-	8.0
計	100.0	100.0	1000	100.0	100.0	1000	100.0	100.0	1000	100.0	100.0

- \*1) 骨材の最大粒径
- \*2) 3BIN : 13~5mm 粗骨材, 2BIN : 5~2.5mm 粗骨材, 1BIN : 2.5mm 以下細骨材(砂)
- \*3) ストレートアスファルトを主成分とし, 特殊添加物・反応助剤を加えたもの。

表-2 供試体の仕様(ゼロスパンテンション試験)

供試体名	基材	下地材	張付け材	タイル	
A-1	鉄板 SS400 寸法 70×300× t4.5mm	常温 AS	サンドタイプ	B I 施釉 寸法 35×295×t8mm  裏足なし	
A-2			密粒(13mm) <sup>*2)</sup>		
A-3			開粒(5mm) <sup>*2)</sup>		
A-4		普通 モルタル	C/S=1/3 W/C=82.0% <sup>*1)</sup>		小口平タイル, 二丁掛けタイル, モザイクタイル用 (t6mm)
A-5					有機系接着剤 (t2mm)

- \*1) C : 普通ポルトランドセメント S : 珪砂 5号
- \*2) ( ) 骨材の最大粒径

前にフレキシブル板で破壊した。そこで、本研究では基材に鉄板を用いる。また、施工性を向上させるため、細粒系の常温 AS の代わりにサンドタイプの常温 AS を使用する。図-2 に示すように 40×150×t30mm の下地を 2 体作製し、40×30mm の面を突き合せ固定する。その上に 35×295×t8mm のタイルを張り付け、2 枚の突き合せた基材(鉄板)の両面にエポキシ樹脂で張り付ける。

常温 AS 下地の供試体は、下地に骨材粒径の異なる 3 種類の常温 AS(M 社製)を用い、表-2 の A-1~A-3 に示す。常温 AS は 36mm 厚に敷設後、散水して、30mm 厚まで圧縮する。常温 AS の下地表面に既製調合タイル張付けモルタル(T 社製)が入り込むように、しごき塗りを施す。その後、タイルを改良圧着張りで張り付ける。改良圧着張りは、張付けモルタルを下地側に 5mm 厚、タイル側に 3mm 厚塗布し、6mm 厚まで圧縮する。

モルタル下地の供試体は、モルタル張りとは有機系接着

- (1)タイル
- (2)張付け材
- (3)下地材
- (4)エポキシ樹脂
- (5)鉄板

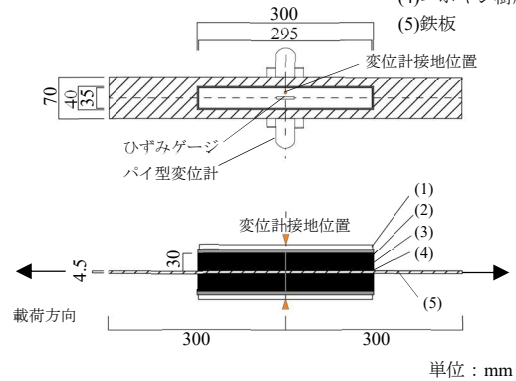


図-2 ゼロスパンテンション試験の方法

表-3 供試体の仕様(屋外暴露試験)

供試体名	下地材	張付け材	タイル (引張位置)	目地材
B-1	常温 AS	細粒系 (5mm) <sup>*1)</sup>	既製調合 タイル 張付け モルタル	既製調合 目地 モルタル
B-2		開粒系 (5mm) <sup>*1)</sup>		
B-3	普通 モルタル	C/S=1/3	石材・大形 タイル用	
B-4	敷き モルタル	C/S=1/3	裏足あり	
			B I 施釉 ユニット 寸法 M300×300 45×45 ×t7mm	

- \*1) ( ) 骨材の最大粒径

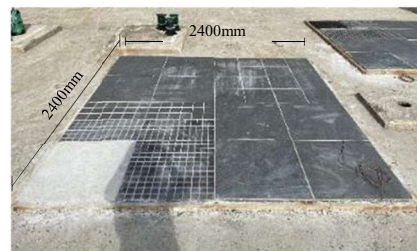


写真-1 供試体(屋外暴露試験)

剤張りの 2 種類を作製する。モルタル下地はセメントに普通ポルトランドセメント、細骨材に珪砂 5号を用い、調合を表-2 の A-4, A-5 に示す。A-4 はモルタル下地に吸水調整材を塗布後、しごき塗りを施し、タイルを改良圧着張りで張り付ける。改良圧着張りは、常温 AS 下地の供試体と同様に行う。A-5 は下地側に有機系接着剤を 3mm 厚で塗布後、2mm 厚まで圧縮する。

タイル張り付け後、20±2℃の室内で 28 日間気中養生する。供試体数はそれぞれの条件で n=3 とする。

## 2.2 屋外暴露試験の供試体

表-3 に屋外暴露試験の供試体の仕様を、写真-1 に

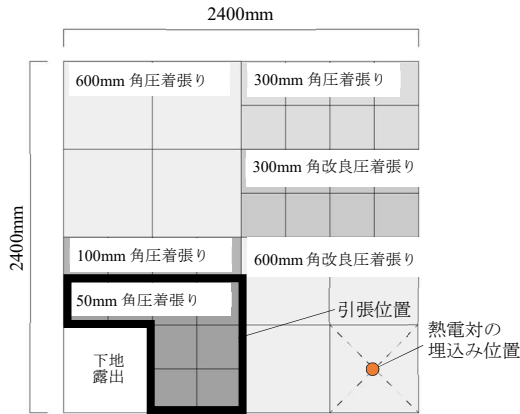


図-3 タイルの割り付け(屋外暴露試験)

供試体を示す。既設のコンクリートスラブ上に約 30mm 厚で下地を作製し、図-3 の色分けで示す割り付けに従ってタイルを張り付ける。引張接着強さ試験は 50mm 角圧着張りの箇所で、温度測定は 600mm 角改良圧着張りの箇所で行う。

### 2.3 促進劣化試験の供試体

表-4 に促進劣化試験の供試体の仕様を示す。図-4 に示すように、30mm 厚の常温 AS 下地を施工し、300×300×t8.5mm のタイルを張り付け、これを 300×300×t60mm のコンクリート平板に重ねて供試体とする。

常温 AS 下地を用いる供試体は、下地に骨材粒径の異なる 3 種類の常温 AS(M 社製)を使用し、常温 AS は 36mm 厚に敷設後、散水して、30mm 厚まで圧縮する。常温 AS の敷設から 24 時間後、常温 AS の下地表面に既製調合タイル張付けモルタル(T 社製)が入り込むように、しごき塗りを施す。その後、タイルを改良圧着張りで張り付ける。改良圧着張りは、2.1 節と同様に行う。

各供試体はタイル張り付け後、表-5 に示すように養生・処理を行う。水中浸せき、温水浸せき、アルカリ水中浸せき処理については、水中から取り出して 6 日後に実験を行う。

供試体数はそれぞれの条件で n=3 とする。(ただし、C-3 の温水浸せき処理の供試体のみ、供試体作製中に破損したため n=2 とする。)

## 3. 試験方法

### 3.1 ゼロスパンテンション試験の方法

図-2 にゼロスパンテンション試験の方法を示す。パイ型変位計で基材の変位を、ひずみゲージでタイル中央のひずみを、変位計で引張方向に対して直交方向の供試体の動きを計測する。万能試験機で供試体を長手方向に引っ張り、最大荷重とそのときの基材の変位、タイルのひずみを測定する。変位速度は 0.10mm/min とする。また、目視により破壊状態の確認を行う。

表-4 供試体の仕様(促進劣化試験)

供試体名	基材	下地材	張付け材	タイル
C-1	コンクリート平板 寸法 300×300× t60mm	常温 AS	サンド タイプ	B I 施釉 (磁器質) 裏足無し  寸法 300×300 ×t8.5mm
C-2			既製調合 タイル 張付け モルタル	
C-3			JIS A 5371	

\*1) ( ) 骨材の最大粒径

表-5 養生および処理条件(促進劣化試験)

養生・処理条件	温度 (°C)	時間 (h)	試験体の処理
標準養生	20±2	672	標準養生を行ったあとの処理は行わない
熱劣化	60±2	672	タイル張り付けから 1 時間後乾燥空气中で熱劣化処理を行う
水中浸せき	20±2	48	標準養生を行った後水中浸せき処理を行う
温水浸せき	60±2	48	標準養生を行った後温水浸せき処理を行う
アルカリ水中浸せき	20±2	48	標準養生を行った後水酸化カルシウム飽和水溶液中へ浸せきする

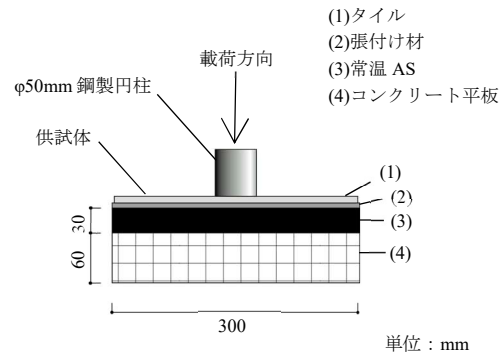


図-4 耐静荷重性評価の方法(促進劣化試験)

## 3.2 屋外暴露試験の方法

### 3.2.1 引張接着強さ試験の方法

図-3 に引張接着強さ試験の引張位置を示す。45mm 角のタイルの目地部にダイヤモンドカッターで常温 AS 層に達するまで切り込みを入れる。タイルの略中心位置に 40mm 角の鋼製アタッチメントをエポキシ樹脂で取り付け、日本建築工学会認定接着力試験器で引張接着強さ試験を実施し、荷重と変位を測定する。測定は施工から 1 か月後と 1 年後に行う。

### 3.2.2 温度測定の方法

図-3、5 に温度測定で用いた熱電対の埋込み位置を示す。温度はコンクリート表面、下地材表面、タイル表面

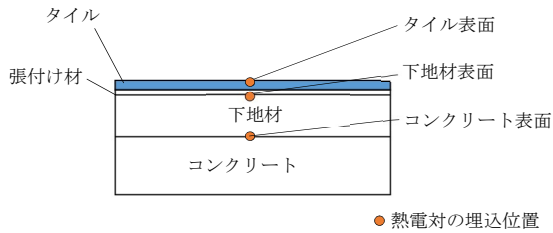


図-5 熱電対の埋込み位置の断面(屋外暴露試験)

を測定する。供試体は岐阜県多治見市のI社敷地内に設置する。2021年10月7~8日、2022年2月3~4日、2022年7月21~22日で1日の温度変化を、2021年8月31日、2022年7月29日で夏季の日中の温度変化を測定する。

### 3.3 促進劣化試験の方法

4.2節の結果から、水や熱の影響の少ない屋内使用を想定した促進劣化試験として JIS A 5548 : 2015 を参考に、表-5に示す養生および処理の後、既往の研究<sup>9)</sup>と同様に耐静荷重性評価を行う。測定の様子を図-4に示す。打音検査でタイルの中心部に空隙がないことを確認した後、JIS A 1450 : 2015 を参考に、アムスラー型万能試験機により、供試体の中心をφ50mmの鋼製円柱で載荷する。載荷速度は約1.2kN/sとする。タイルにひび割れが生じたときの荷重(以下、ひび割れ荷重とする)を測定する。

## 4. 試験結果と考察

### 4.1 ゼロスパンテンション試験の結果と考察

表-6にゼロスパンテンション試験の結果を示す。常温AS下地の供試体はT破壊が生じなかった。タイルが張られた向かい合う2面のうち、一方の面でA破壊、もう一方の面でMT破壊を生じた供試体(A-1)は、MT破壊の生じたタイル表面に圧縮ひずみが発生しており、面外方向への変位も確認できた。これらから、A破壊が生じたことで供試体が曲がり、曲げ方向の力でタイルに面外方向の力が生じてMT破壊が生じたと考える。また、タイルにあり形状の裏足が無いため、張付けモルタルとタイルの接着力が弱く、T破壊ではなくMT破壊となったと考える。またA-5の供試体については、基材の変位が大きくなった際に、張付け材が割れた後、タイルの裏面まで割れが到達したため、すべてT破壊となった。常温ASの供試体は常温ASが変位を緩衝することでT破壊が生じなかった。A-4の供試体については試験機の載荷能力の最大値が10kNであったため供試体が破壊する前に試験を中断した。

図-6にタイルのひずみと基材の変位の関係を示す。A-4の供試体と比較すると、常温AS下地の供試体は基材の変位に対するタイルのひずみが小さい。A-4の供試体は破壊に至っていないが、ひずみの伝達率が高いことから基材の変位をモルタル下地がほとんど緩衝できてい

表-6 ゼロスパンテンション試験の結果

供試体名	No.	ひずみ(μ)	基材の変位(mm)	最大荷重(N)	破壊状況*1
A-1	1	83	0.25	2962	A, MT*2
	2	127	0.29	2942	A, MT*2
	3	95	0.25	3007	A, MT*2
	平均	102	0.27	2970	
A-2	1	36	0.14	4333	A
	2	107	0.22	3759	A
	3	66	0.22	4439	A
	平均	70	0.19	4177	
A-3	1	133	0.18	2494	A
	2	11	0.09	3048	A
	3	70	0.17	3056	A
	平均	71	0.15	2866	
A-4	1			10000+	未
	2			10000+	未
	3			10000+	未
	平均			10000+	
A-5	1	158	2.36	8832	T
	2	127	1.90	7960	T
	3	280	1.26	6057	T
	平均	188	1.84	7616	

\*1) 最大荷重時に破壊が生じた位置

T: タイル(真っ二つに割れる)

MT: 張付け材とタイルの界面

M: 張付け材

AM: 下地と張付け材の界面

A: 下地

未: 試験機の最大荷重を超えたため未破壊

\*2) 一方の面でA破壊、もう一方の面でMT破壊

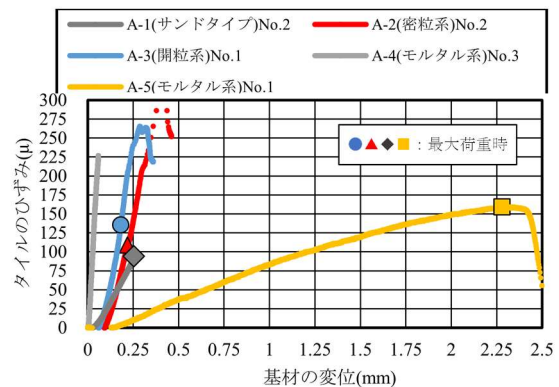


図-6 タイルのひずみと基材の変位の関係

ない。これより、常温AS下地はモルタル下地と比べ、ひび割れを緩衝する。

### 4.2 屋外暴露試験の結果と考察

#### 4.2.1 引張接着強さ試験の結果と考察

表-7, 8に施工後1か月(2021年6月22日)と1年(2022年6月20日)の引張接着強さ試験結果を示す。常温AS下地の供試体(B-1, B-2)は施工後1か月と比較して、



表一七 引張接着強さ試験の結果(施工後1か月)

供試体名	No.	接着強さ N/mm <sup>2</sup>	破壊状況(%) <sup>*1</sup>					
			T	MT	M	AM	A	N
B-1	1	0.32	0	0	0	0	100	0
	2	0.34	0	0	0	0	100	0
	3	0.30	0	0	0	0	100	0
	平均	0.32						
B-2	1	0.18	0	0	0	0	100	0
	2	0.22	0	0	0	0	100	0
	3	0.21	0	0	0	0	100	0
	平均	0.20						
B-3	1	1.28	0	15	60	0	0	25
	2	2.30	アタッチメント破壊					
	3	2.21	0	0	100	0	0	0
	平均	1.93						
B-4	1	2.05	0	0	0	0	100	0
	2	1.39	0	45	5	0	0	50
	3	2.45	0	0	0	0	100	0
	平均	1.96						

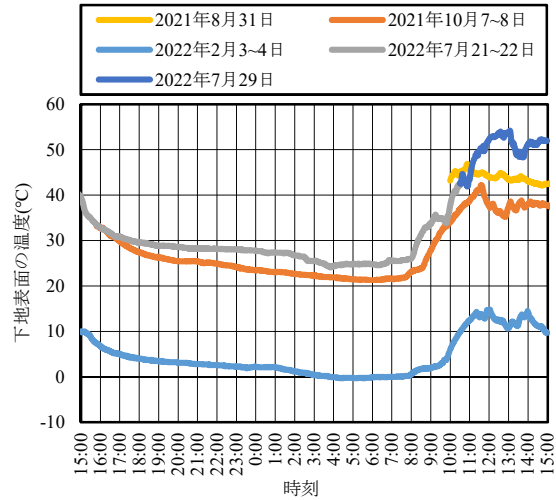
表一八 引張接着強さ試験の結果(施工後1年)

供試体名	No.	接着強さ N/mm <sup>2</sup>	破壊状況(%) <sup>*1</sup>					
			T	MT	M	AM	A	N
B-1	1	測定不能	0	0	0	0	100	0
	2	0.07	0	0	0	0	100	0
	3	0.12	0	0	0	0	100	0
	平均	0.10					100	
B-2	1	0.15	0	0	0	0	100	0
	2	0.25	0	0	0	0	100	0
	3	0.16	0	0	0	0	100	0
	平均	0.19					100	
B-3	1	2.51	0	0	100	0	0	0
	2	2.17	0	0	100	0	0	0
	3	1.61	0	0	100	0	0	0
	平均	2.10			100			
B-4	1	1.63	0	0	100	0	0	0
	2	2.25	0	0	100	0	0	0
	3	1.50	0	0	100	0	0	0
	平均	1.79			100			

\*1) 破断位置  
 T: タイルの破壊  
 MT: タイルと張付けモルタルの界面破壊  
 M: 張付けモルタルの凝集破壊  
 AM: 張付けモルタルと下地材の界面破壊  
 A: 下地材の凝集破壊  
 N: 未接着(タイルと張付けモルタルの間に空隙あり)

施工後1年で引張接着強さが低下しており、すべてA破壊となった。また打音検査をしたところ、常温AS下地の供試体では、モルタル系下地の供試体と比較して鈍い浮き音がする箇所が広がっていた。アスファルト層の内部で凝集破壊が起きている可能性がある。

アスファルト合材に水が接することにより、骨材の表面からアスファルトがはがれる現象がある。骨材は一般にアスファルトより水に対する親和性が大きいので、アスファルト混合物が水に接すると、水はアスファルト皮



図一七 B-1 細粒(5mm)の下地表面の温度測定結果

膜と骨材の間に徐々に浸透し、アスファルトを骨材表面からはがしてしまう。アスファルトが骨材表面からはがれてしまう原因には、骨材表面のきめ粗さやアスファルトとの親和性、アスファルトの硬さなどの内的要因の他に、水や熱などの外的要因も考えられる。屋外暴露試験の供試体は既設のコンクリートスラブ上に直接作られ、常温ASに常時雨水が浸入・滞留しやすくなっていた。これにより、同様の現象が起きたことで引張接着強さの低下を招いた可能性がある。

また、温度変化による劣化や、タイルと目地の膨張収縮により水平荷重が発生し、層間剥離を引き起こした可能性もある。水や温度の外的要因による影響については様々な研究が行われている<sup>8)-9)</sup>。本研究では4.3節で引き続きこれらの影響を検討する。

#### 4.2.2 温度測定の結果と考察

いずれの供試体も温度変化の傾向が似ていたため、代表として図一七にB-1細粒(5mm)の下地材表面の温度測定結果を示す。常温AS下地は、昼夜で20°C前後の温度差があり、年間では50~60°Cの温度差が見られる。これにより、4.2.1項における引張強度の低下は温度変化での膨張収縮による劣化が原因となっている可能性がある。

#### 4.3 促進劣化試験の結果と考察

表一九に促進劣化試験の結果を示す。いずれの供試体も熱劣化処理によるひび割れ荷重の低下は見られなかった。水中浸せき・温水浸せき処理を行った供試体はいずれの常温ASを用いた供試体でもひび割れ荷重が低下した。アルカリ水中浸せき処理を行った供試体では、密粒系の常温AS下地を用いた供試体(C-3)を除きいずれの常温ASを用いた供試体でもひび割れ荷重が低下した。温水浸せき処理を行った際、常温ASと温水ASを浸せきしていた温水が赤茶色に変色していたことより、常温ASからバインダが溶け出した可能性があると考えられる。

表一9 促進劣化試験の結果

供試体名	養生・処理条件	ひび割れ荷重(kN)			
		1	2	3	平均
C-1	標準養生	33.2	26.0	26.7	28.6
	熱劣化	26.8	35.3	30.0	30.7
	水中浸せき	19.7	26.4	24.1	23.4
	温水浸せき	26.7	16.6	15.1	19.5
	アルカリ水中浸せき	22.1	19.4	18.6	20.0
C-2	標準養生	34.7	34.3	34.5	34.5
	熱劣化	25.9	34.2	34.7	31.6
	水中浸せき	32.0	29.4	31.2	30.9
	温水浸せき	25.7	21.1	22.6	23.1
	アルカリ水中浸せき	30.9	30.9	30.2	30.6
C-3	標準養生	42.5	36.8	33.7	37.7
	熱劣化	29.7	36.3	38.5	34.8
	水中浸せき	31.2	27.0	-	29.1
	温水浸せき	22.6	27.9	28.4	26.3
	アルカリ水中浸せき	36.7	43.8	33.8	38.1

JIS A 1450 : 2015 より、大形電算機などの重要機器の設置を想定する場合には 5kN に耐える必要がある。表一9 より、常温 AS 下地を用いた供試体のひび割れ荷重はいずれも 5kN を上回る。本試験の範囲内では常温 AS を下地に用いたタイル張り工法は内装床に必要な耐静荷重性を有していると考えられる。温水浸せき処理を行う時間がより長時間となった場合に耐静荷重性がさらに低下する可能性があるため、今後検討が必要である。

骨材とアスファルトのはく離と耐静荷重性の低下を防止するためには、タイル下に浸入した水を排水する対策をとることが有効であると考えられる。

## 5. まとめ

本研究の範囲内において、以下のことが分かった。

- 1) 常温 AS 下地はモルタル下地と比べ、ひび割れを緩衝する。
- 2) 常温 AS 下地の供試体は施工後 1 年で引張接着強さが低下しており、すべて常温 AS の凝集破壊となった。
- 3) 打音調査をしたところ、常温 AS を用いた供試体では、モルタル系下地の供試体と比較して鈍い浮き音がする箇所が広がっていた。アスファルト層の内部で凝集破壊が起きている可能性がある。
- 4) 常温 AS 下地は、昼夜で 20℃前後の温度差があり、年間では 50~60℃の温度差が見られる。引張強度の低下は温度変化での膨張収縮による劣化が原因となっている可能性がある。
- 5) 温水浸せき処理を行った供試体はいずれの常温 AS を用いた供試体でも耐静荷重性が低下した。

- 6) 温水浸せき処理を行った供試体であっても、常温 AS を下地に用いたタイル張り工法は内装床に必要な耐静荷重性を有している。

**謝辞** 実験計画・準備に関して、池田孝司氏、須田雅仁氏、山田久貴氏、田中基嗣氏、額額英之氏に多大な協力を得ました。常温 AS は前田道路株式会社、タイルは株式会社アイコットリョーワ、タイル張付け材は株式会社タイルメントにご提供いただきました。ここに謝意を表します。

## 参考文献

- 1) LIXIL : 床タイル・舗装材 設計・施工マニュアル, 2019.6
- 2) 本橋健司, 鈴木伸吾, 栗木智史, 倉内晴久, 猪坂猛, 関口洋嗣, 名知博司, 久保田浩, 木村仁治, 中島亨 : 床セラミックタイル張り内装用有機系接着剤の標準化に関する研究 その 1 研究目的および JIS A 5548 に準拠した接着強さ試験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), pp.943-944, 2016.8
- 3) 船越貴恵, 名知博司 : 大形床タイルの有機無機ハイブリッド接着工法の開発, 清水建設研究報告, Vol.98, pp.67-75, 2020.12
- 4) 山崎健一, 伊藤洋介, 池田孝司, 河辺伸二, 須田雅仁, 山田久貴, 額額英之, 今岡智輝 : 常温アスファルト合材を下地とした大形床タイル張りの研究 その 1 研究背景と課題, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.673-674, 2021.9
- 5) 池田孝司, 伊藤洋介, 山崎健一, 河辺伸二, 須田雅仁, 山田久貴, 額額英之, 今岡智輝 : 常温アスファルト合材を下地とした大形床タイル張りの研究 その 2 常温アスファルト合材の作業性評価とセメントモルタルの接着性評価, 日本建築学会学術講演会梗概集(東海), pp.675-676, 2021.9
- 6) 林泉水, 伊藤洋介, 河辺伸二, 山崎健一 : 常温アスファルト合材を下地とした大形床タイル張りに関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp.280-285, 2022.6
- 7) (社)土木学会 : 舗装工学, p.287, 1995
- 8) 鎌田修, 山田優 : アスファルト混合物のはく離抵抗性の評価と改善に関する研究, 土木学会論文集, Vol.2004, No.760, p.63-74, 2004.5
- 9) 加納陽輔, 秋葉正一, 鎌田孝行, 菅野伸一, 佐藤克己 : 加圧熱水を用いたアスファルト混合物の剥離抵抗性評価試験の開発, 土木学会論文集 EI(舗装工学), Vol.63, No.3, pp.133-140, 2013