

左官材料に関する基礎的研究 —タイル付着強度に影響を及ぼす諸要因について—

近畿職業能力開発大学校

附属京都職業能力開発短期大学校 堀田 多喜雄

A basic study on plastering material
—Factors affecting bond strength of tile—

Takio HORITA *

要約 最近、鉄道トンネル内のコンクリートが剥離し、その破片による落下事故が多く報告されている。これらの一連の事故はコンクリートを打ち継ぐ場合、後から打ちこんだコンクリートが、前に打ちこんだコンクリートに十分付着していないことが原因とされている。

さて、建築の世界でも地震が起きた際、建物の外壁が剥離し落下するといった事例が多く報告されている。本校住居環境科では2年次の施工実習でタイル張りの実習を行っているが、そのタイルの剥離落下も1つの事例である。このことを踏まえ、本報ではそのタイル剥離の原因に結びつくと考えられる付着力について、下地に塗付けるモルタルのセメントと砂との配合比及び練り置き時間を変化させ付着力に与える影響を調べた。なお、この研究は本校総合製作実習の中で、学生の協力を得て行ったものである。

I はじめに

最近、土木の世界では鉄道トンネル内のコンクリートの剥離による落下事故が多く報道されている。これらはコンクリートを打ち継ぐ場合、後から打ちこんだコンクリートが、前に打ちこんだコンクリートに十分付着していない、いわゆるコールドジョイントが原因とされている。これらの落下物は一塊が100kg以上のものもあり一つ間違えば人命を失う重大な事故にもつながると考えられる。

さて、コンクリートが固まっていく過程において、その時の温度、湿度等の外的要因や、その中に含まれている不純物などにより、硬化の過程が異なる。特に、タイルなどを張付ける際、セメントと砂との配合比（容積比）は上層になるほど貧調合になっており、付着強度は上層ほど小さくなる傾向がある。また、モルタルを練ってから塗り付けるまでの時間が長くなるにしたがって付着強度が大幅に低下し、地震などが起こっ

たときコンクリート躯体と下地との境界で剥離する場合もありうると考えられる。

左官材料に使用するモルタルは、左官職人がこれまでの経験により体で覚えた練りの手応えで砂、水の量を加減している。わが国では日本建築学会によるJASS15（建築工事標準仕様書・左官工事編）に標準的な施工方法が示されているが、実際の現場で施工されているとは考えにくい。特に現場施工は配合比、練り置き時間に関して品質管理が正しく行なわれているとは考えにくい。

このような背景から、本研究ではタイル等の張付け下地の塗り付けにおいて、モルタルを練る際のセメントと砂との配合比（容積比）、さらには下塗りの練り置き時間がタイルの付着強度にどのような影響を与えるか調べることを目的とする。

なお、この研究は昨年度、本校総合製作実習の一環として行ったタイルの付着力試験の試験結果を検討したものである。

II 実験方法

1. 実験の流れ

本研究の流れは、下地含水率の調整方法について検討を行ない、実験計画を立案した。なお、含水率はモルタル水分計を用いて測定し、下地モルタル、張付けモルタルを塗布する際、各躯体表面の含水率に大きな差がでないよう水湿しの量を調整した。次にその計画に基づき予備実験を行ない最終的な実験方法を決定し、本実験を行うこととした。

2. 試験体

(1) 下塗り用モルタルの配合

本実験で採用したセメントと砂との配合比（容積比）は1:2、1:2.5、1:3、1:3.5である。それらの配合表を表1に示す。なお、水セメント比は55%と一定とした。

表1 配合表

シリーズ名	シリーズ I	シリーズ II	シリーズ III	シリーズ IV
容積比 C:S=	1:2.0	1:2.5	1:3.0	1:3.5
重量比 C:S=	1:2.7	1:3.3	1:4.0	1:4.6
セメントの重量	880 g	704 g	587 g	505 g
水の重量	484 g	387 g	323 g	278 g
砂の容積	1.5%±	1.5%±	1.5%±	1.5%±

(2) 試験体

今回作成した試験体を図1に示す。試験体の大きさは365×365×80のコンクリート製の板を作成し、図に示すように15枚のタイルを張り付けた。下塗りの塗り厚は約10mmとし、タイルは磁器質施釉タイルで大きさ60×108（小口平）のものを使用した。また、本実験では試験体番号をセメントと砂との配合比で分類し、配合比1:2をシリーズI、配合比1:2.5をシリーズ

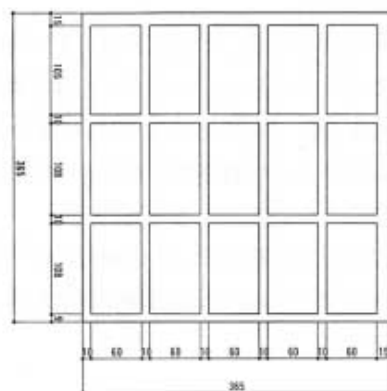


図1 試験体

II、配合比1:3をシリーズIII、配合比1:3.5をシリーズIVとした。

(3) 試験装置ならびに試験方法

今回の実験でタイルの付着力を測定するために使用した試験器は建研式接着力試験器（測定範囲15kN）である。実験ではまずコンクリート下地に水湿しを行った後、水分計（測定範囲1~15%）でコンクリート下地の水分量（表面含水率）を測定し、水湿しの程度を調整した。さらにタイル張付け後、1週間の養生期間を置き建研式接着力試験器でタイルの付着力試験を行った。なお、コンクリート下地の下塗り作業前の表面含水率、ならびにタイル張付け作業前の表面含水率は各シリーズとも一定（約10%）になるよう調整した。また、モルタル下塗りの養生期間は1週間とした。

(4) 練り置き時間

今回採用した練り置き時間は0分（試験体I）、15分（試験体II）、30分（試験体III）、45分（試験体IV）、60分（試験体V）の5通りである。なお、練り置き時間0分とは練りたて直後をいう。

III 実験結果

1. 各配合比における練り置き時間と付着強度の関係

各タイプにおける練り置き時間と付着強度の関係を図2に示す。破断結果を表2から表5に示す。なお、各表のタイル1、タイル2、タイル3は同一のコンクリート躯体に張付けた15枚のタイルの中から下記の3点を考慮に入れ試験用に選択したタイルの名称である。

- ①四隅のタイル
- ②隣同士のタイル
- ③タイルに浮きがある場所

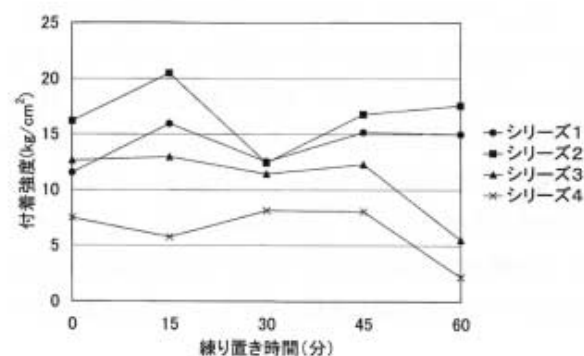


図2 各配合比における付着強度

表2 シリーズ1における破断結果

	タイル1	タイル2	タイル3
試験体1	ハ	ハ	ハ
試験体2	イ	イ	イ
試験体3	イ	ハ	ハ
試験体4	イ	ヘ	イ
試験体5	イ	イ	イ

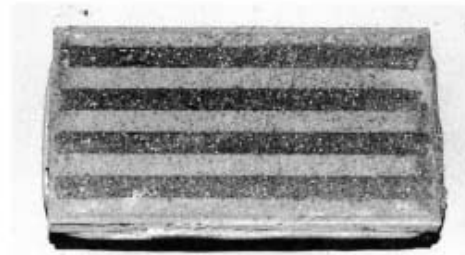


写真1 (イの破壊状況)

表3 シリーズ2における破断結果

	タイル1	タイル2	タイル3
試験体1	ハ	ハ	ヘ+ホ
試験体2	ヘ	ヘ+ホ	ヘ+ホ
試験体3	ヘ	ヘ	ヘ+ホ
試験体4	イ	ハ+ロ	ハ
試験体5	イ+ト	イ+ロ+ト	ヘ+ホ

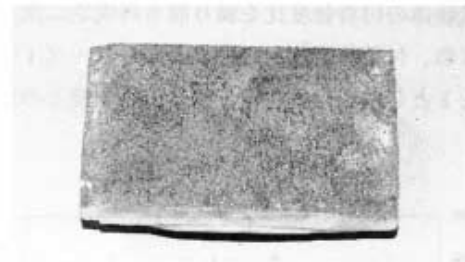


写真2 (ハの破壊状況)

表4 シリーズ3における破断結果

	タイル1	タイル2	タイル3
試験体1	イ	ホ	ホ
試験体2	ホ	ホ+ニ	ハ
試験体3	イ	イ+ト	ホ+ヘ
試験体4	イ	イ+ト	イ
試験体5	ホ	ホ	ホ

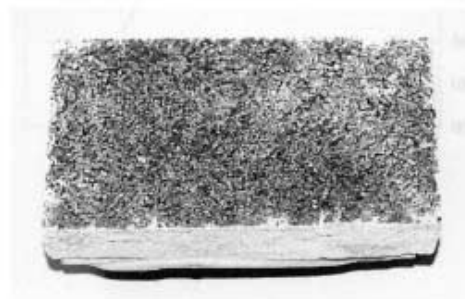


写真3 (ホの破壊状況)

表5 シリーズ4における破断結果

	タイル1	タイル2	タイル3
試験体1	ホ	ホ	ホ
試験体2	ホ	ホ	ホ
試験体3	ホ	ホ+ニ	ホ
試験体4	ホ	ホ	ホ
試験体5	ホ	ホ	ホ

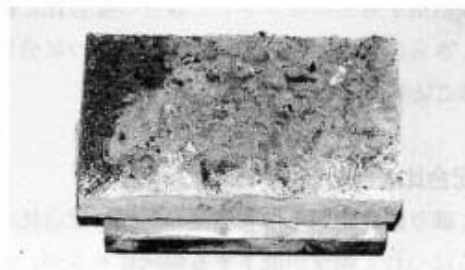


写真4 (ヘの破壊状況)

上記表における各記号は下記に示す破壊結果を示す。
 なお、各破壊状況の1例を写真1から写真5に示す。

- イ：タイルと張付けモルタル層間破壊
- ロ：張付けモルタルの破壊
- ハ：張付けモルタルと下地モルタル層間破壊
- ニ：下地モルタルの破壊
- ホ：下地モルタルとコンクリート躯体層間破壊
- ヘ：コンクリート破壊
- ト：タイル破壊

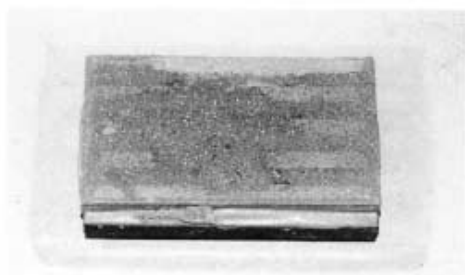


写真5 (複合破壊: イ+ロ+ト)

2. 各練り置き時間における付着強度

各試験体の付着強度比を練り置き時間別に図3に示す。なお、付着強度比とはいずれもシリーズIの付着強度を1とした場合の各タイプの付着強度との比である。

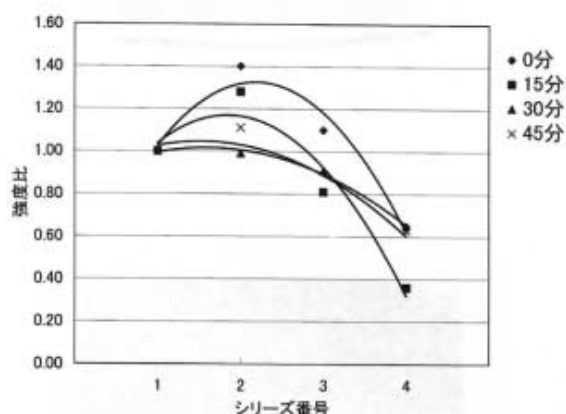


図3 各練り置き時間における付着強度

IV 考察

実験結果をもとにセメントと砂との配合比と練置き時間、さらに破壊状況(剥離箇所)の2つに分けて考察することにする。

1. 配合比と練り置き時間

同じ練り置き時間と付着強度の関係は配合比が大きくなるにつれて強度が低下する傾向にあるが、セメントと砂との配合比が1:3まではほとんど強度の低下がみられない。しかし、セメントと砂との配合比が1:3.5と貧調合になると大幅に強度が低下する。特にセメントと砂との配合比が1:3を越えるとコンクリートに付着する力が急激に低下していく。これは下地間の接着力の役割を担うセメントの量と何らかの関係が

あると考えられる。

また、今回の実験から配合比が大きいもの(1:3以上のもの)については練り置き時間が30分を越えると付着強度が低下し始めており、特に配合比の大きい(貧調合)の場合は練り置き時間にも十分注意する必要があると考えられるため、JASSI5に示すように使用すべきでない。

2. 破壊状況

表2から表5より、破壊状況についてはタイルとその下の張付けモルタル、張付けモルタルと下地モルタル、下地モルタルとコンクリート躯体といった境界面の剥離破壊が多くみられた。この原因として次のことが考えられる。

①こて押さえが不十分なことによる(人の技量による)によるもの、②水湿しが不十分なことによるもの、③下塗りに使用したモルタルに含まれるセメント量による影響などが考えられる。

水湿しについては張付け前に表面の含水率を測定してどのタイプについても水湿しの量は同じであることを確認しており、剥離する箇所は違っても、付着強度に及ぼす影響は少なかったと考える。それに比べてモルタルに含まれるセメントの量は前項でも述べたように各層の接着力に大きく影響しており破壊状況とも密接に関係していると考えられる。すなわち、コンクリート躯体と下地モルタルとの境界で剥離しているものはセメント量が少ない貧調合のものにその傾向が見られるし、タイルと張り付けモルタルとの境界面で剥離しているものは富調合のものが多かった。

地震等で建物の外壁の剥離量をできる限り少なくするためには仕上げ表面付近でしかも小規模なものになることがもっとも好ましいと考えられる。したがって、タイル張りなどの仕上げを行なう場合、コンクリート躯体との境界にはできる限り富調合のモルタルを使用するのはもちろんのこと、仕上げ表面付近に使用するモルタルの練り置き時間には十分注意する必要があると考える。

IV おわりに

今回の実験から以下の見識を得た。

- ① セメントと砂との配合比が富調合(1:2.5)までは練り置き時間が60分までは特に付着強度の低下は見られず、貧調合になると練り置き時間が30分

を越えた付近で付着強度が低下する傾向になる。

- ② 練り置き時間については練りたて（0分）のときは各配合比における付着強度には大きな差はないが、練りたて後30分経過したものについては、セメントと砂との配合比が1：3を越えると強度が著しく低下する。
- ③ 富調合の場合は張付けモルタルとタイル、下地モルタルと張付けモルタルの境界面（仕上げの表面付近）で剥離する傾向があるが、貧調合の場合はコンクリート躯体と下地モルタルとの境界面で剥離する傾向がある。

以上、今回の実験の結果をまとめてみたが、今後の課題として下記に挙げる項目についてさらに詳細に見ていく必要があると考えられる。

- ① 下塗り、タイル張付け作業に関する技量による影響を調べる。
- ② モルタルの練り置き時間について今回は60分までとしたが、さらに長時間放置したものを使用した場合、付着強度にどのような影響を及ぼすか調べる。

謝 辞

本研究の実験にあたり協力を頂きました、本校の卒業生、片岡克視氏ならびに松本貴也氏に深く感謝の意を表するとともに、貴重なご意見とご指導を賜りました京都職業能力開発短期大学校の方々にも深く御礼申し上げます。

【参考文献】

- (1) 増田隆行,山田人司,タイル直張り工法の下地処理と接着性に関する研究,日本建築学会大会学術講演梗概集,1999年9月,P1037
- (2) 両角昌公,猪野達雄,耐久性を考慮したタイルの付着強度に及ぼす諸要因,日本建築学会大会学術講演梗概集,1998年9月,P395