

含水率とタイル剥離との関係に関する研究

正会員 ○恩村定幸*1 同 銚井修一*2 同 小椋大輔*3

4.環境工学—9.湿気

タイル, コンクリート壁体, 乾燥, 浮き, 含水率

1. はじめに

一般的なタイル張り仕上げが施されたコンクリート壁体への水分浸透の様相を把握するために吸水実験(写真-1)を行った¹⁾。

前報²⁾では、吸水開始前に行った乾燥時の加熱(105℃で4日間乾燥)が試験体に与える影響を検討するために、乾燥実験を行った。吸水実験の試験体(200×25×100mm)を切り出したタイル張りコンクリート試験体(300×200×100mm)と同時に作製した同形の試験体を105℃で乾燥させ、重量変化の測定とタイルの浮きの発生状況を調査した。その結果を図-1および図-2に示す。乾燥時間の経過とともに端部のタイルから順次浮きが生じる傾向が見られ、浮きは乾燥1日後から確認され(重量変化は-220g)、乾燥6日後にはすべてのタイルに浮きが確認された(重量変化は-402g)。乾燥8日後にはタイルの接着強度は手で剥がれるほどまで低下し、剥離は張り付けモルタルとコンクリートとの界面で起こった(重量変化は-415g、写真-2)。

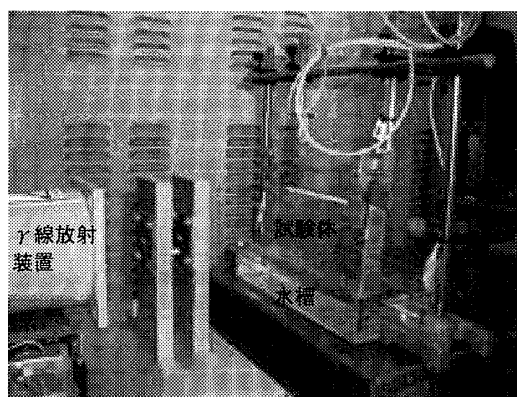


写真-1 吸水実験

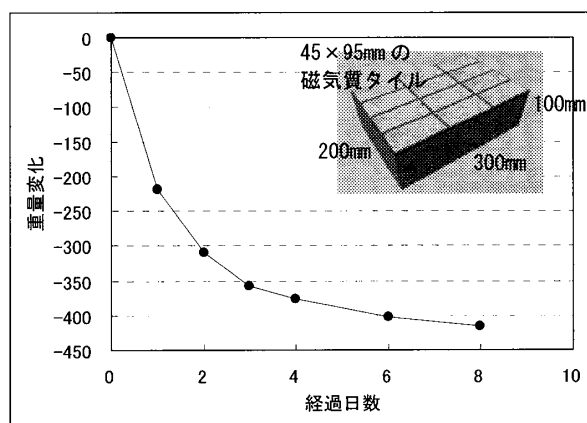


図-1 重量変化

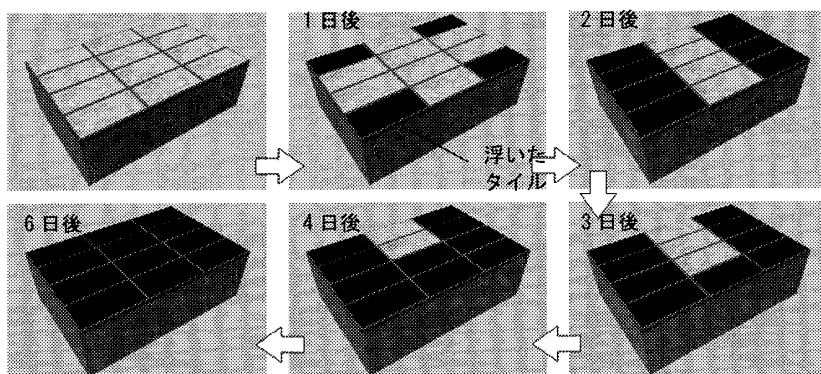


図-2 タイルの浮きの発生状況

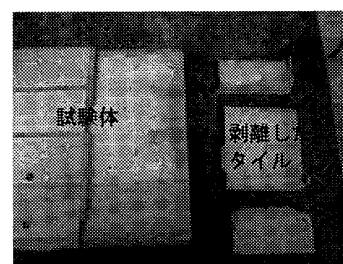
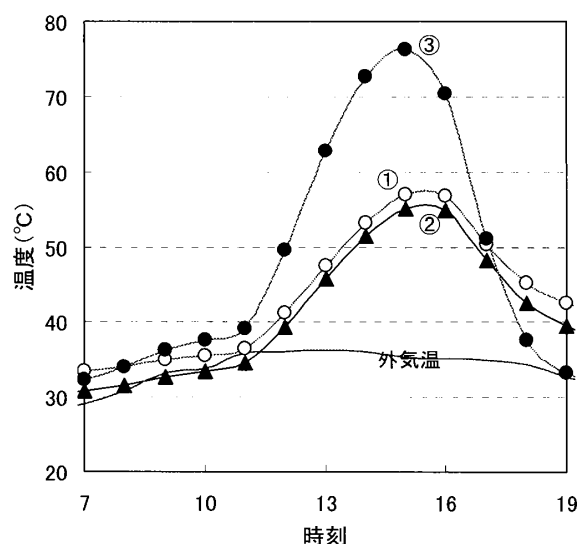


写真-2 剥離したタイル

Relationship between water content and tile exfoliation

ONMURA Sadayuki, HOKOI Shuichi and OGURA Daisuke

このことから、壁体の温度が 105℃まで上昇すると、タイルに浮きが生じる可能性が高いと考えられる。通常の気象条件、壁構造においては、壁体の温度が 105℃まで上昇することは考えにくい。図-3 に示すように、外断熱工法 (③の場合) では壁体の表面温度は 75℃まで上昇する可能性がある。そこで、壁体表面が実際に到達する可能性のある温度 (60℃、75℃、90℃) で乾燥加熱した場合でもタイルの浮きが発生するかどうかを確認する実験を行ったので、その結果について報告する。



- ①断熱されていないタイル張りコンクリート外壁
- ②内断熱されたタイル張りコンクリート外壁
- ③外断熱されたタイル張りコンクリート外壁

【条件】

- ・外気温には 2007 年 8 月 17 日の大阪の気象データ (最高気温: 36.2℃) を使用
- ・壁面は西向き、日射量は計算値
- ・壁表面の日射吸収率は、濃い灰色のタイルの使用により 0.9
- ・外気側総合熱伝達率には通常使用される値よりも小さい 12.5W/m²K を使用 (風速が小)
- ・コンクリート壁の厚さは 150mm、タイル部分の厚さは 10mm (薄塗り直張り工法) とし、熱伝導率はいずれも 1.6W/mK を使用
- ・断熱材の厚さは 25mm、熱伝導率は 0.026W/mK
- ・室温は 28℃一定
- ・室内側総合熱伝達率は常用値の 9.1W/m²K を使用
- ・温度は一次元非定常計算で算出

図-3 タイル張りコンクリート外壁の外気側表面温度

2. 実験結果と考察

前報の 105℃で乾燥した実験と同様に、300×200×100mm の大きさのタイル張りコンクリート試験体 3 体を用いて、60℃、75℃、90℃で乾燥したときの重量変化を測定するとともに、タイルの浮きの発生状況を打診法によって調査した。なお、ここで用いた試験体と前述の吸水実験および乾燥実験のときに用いた試験体は、同形で同時に作製したものである。

図-4 に重量変化を示す。60℃、90℃で乾燥した実験で、実験開始当初に重量の増減が見られるのは、最初の実験計画が、乾燥前の重量と 2.5 時間だけ乾燥させた後の重量を測定し、乾燥していない間は気中に放置するというものであったためである。これだと 105℃で乾燥した実験と状況が異なり、適切な比較ができないので、一度、実験を中止し、その後は乾燥機を連続運転させた常時乾燥の下で実験を再開した。

重量が大きく増加している部分は諸事情により乾燥機が使用できなかった期間である。

図中の●印はタイルの浮きが発生した時点の測定値であることを示している。最初の浮きが発生したときの重量変化は、105℃での乾燥が -220g に対して、60℃、75℃、90℃での乾燥は各々 -386g、-362g、-371g と、-360g から -390g の比較的狭い範囲にある。また、比較的低温での乾燥でも、含水率がある程度まで低くなると浮きが生じることが、この結果より確認できる。

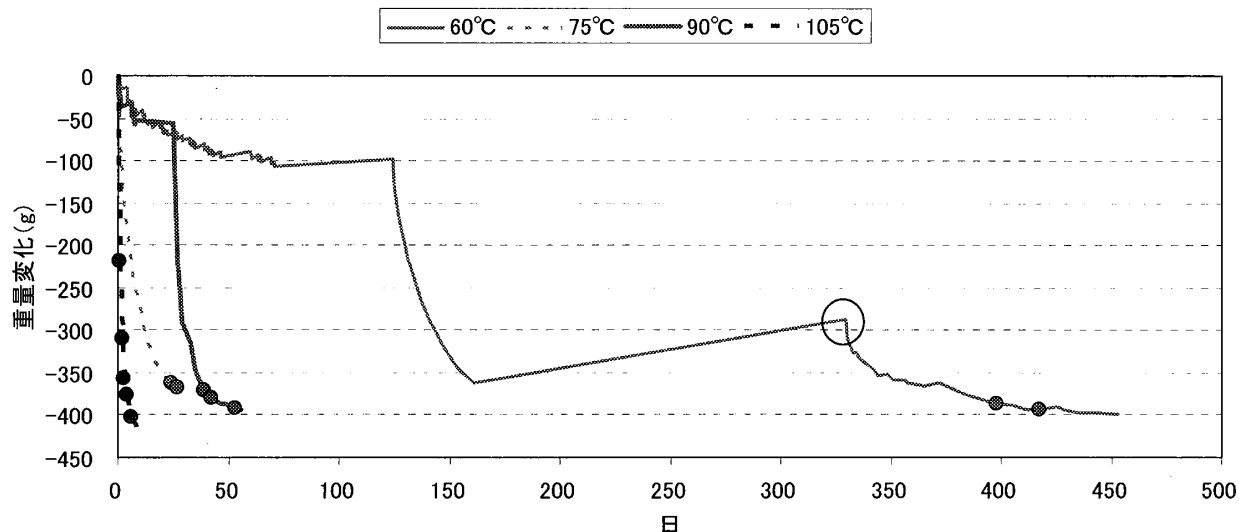


図-4 乾燥実験の結果（重量の変化）

図-5 は、設定温度（乾燥温度）ごとの体積含水率の変化を示したものである。乾燥機への取り入れ空気（外気）が 20℃、70%の場合、乾燥機内の空気が加熱され温度が 90℃に上昇したならば相対湿度は約 2.3%となる。乾燥が長時間続くと試験体はこの相対湿度で平衡し、そのときの体積含水率は、既報³⁾のコンクリートの平衡含水率関係の測定結果から約 $0.021\text{m}^3/\text{m}^3$ と推定される。最も乾燥が進んだ時点の体積含水率をこの値だとすると、初期の試験体重量、タイルの重量、乾燥で減少した水の重量およびコンクリートの密度（ $2163\text{kg}/\text{m}^3$ ：既報³⁾の測定結果）からコンクリートの体積が求まり、それと重量変化（＝水の重量変化）を用いて含水率が算定できる。

横軸の日数は、図-4 の 60℃で乾燥（— 線）の○印の時点をも 0 としている。このとき、体積含水率は $0.044\text{m}^3/\text{m}^3$ である。これに合わせて、75℃、90℃で乾燥した実験についても、含水率が $0.044\text{m}^3/\text{m}^3$ となる時点をも 0 にしてグラフ化した。

図-5 より、当然のことではあるが設定温度が高いほど乾燥速度が速く、タイルの浮きも早く発生している。最初の浮きが発生したときの体積含水率は、60℃での乾燥が $0.0261\text{m}^3/\text{m}^3$ 、75℃での乾燥が $0.0227\text{m}^3/\text{m}^3$ 、90℃での乾燥が $0.0248\text{m}^3/\text{m}^3$

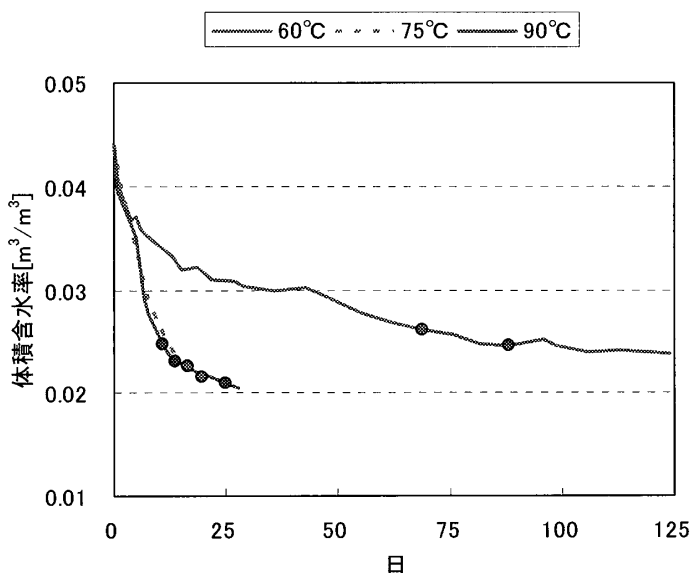


図-5 乾燥実験の結果（含水率の変化）

と、 $0.022\sim 0.027\text{m}^3/\text{m}^3$ の比較的狭い範囲内にある。

もし、含水率がある値以下になったときに浮きの発生が始まるとしたならば、その含水率値がタイルの浮き防止のための一つの指標になると考えられる。しかし、本実験の結果はコンクリート試験体全体の体積含水率であり、タイルの浮きで問題となるのはタイルとコンクリートとの界面付近の含水率と考えられるため、このことを明確にするには、解析によって含水率分布の経時変化等を知る必要がある。

なお、図-6 は各乾燥温度でのタイルの浮きの発生状況であるが、105℃で乾燥した実験結果と同様に、どの条件とも先に端部のタイルから浮きが発生した。この現象も含水率の分布が影響していると推察される。

3. まとめ

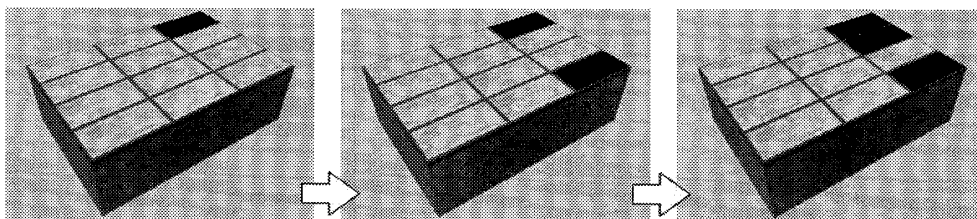
タイル張りコンクリート試験体を用いた乾燥実験を、設定温度を変えて 3 種類 (60℃で乾燥、75℃で乾燥、90℃で乾燥) 行い、比較的低温度による乾燥でも、含水率がある程度まで低くなるとタイルに浮きが生じることを確認した。

このことより、含水率がタイルの浮き発生の評価指標となり得る可能性があると言える。ただし、指標となる含水率値や浮き発生順序等を明確にするには、試験体内の含水率分布などについて、より詳細な検討を進めていく必要があると考える。

【参考文献】

- 1) 恩村、銚井、小椋：「タイル張り仕上げのコンクリート壁体への水分浸透 その 1 模型による吸水実験」、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 環境工学Ⅱ、2008、pp.301～302
- 2) 恩村、銚井、小椋：「タイル張り仕上げのコンクリート壁体への水分浸透 その 3 振動および加熱が水分移動に関する物性値に及ぼす影響」、日本建築学会近畿支部研究報告集第 50 号・環境系、平成 22 年 6 月、pp.221～224
- 3) 恩村、銚井、松下、小椋、小南、安井：「強度の異なるコンクリートの熱湿気物性に関する研究 熱湿気物性の測定」、日本建築学会環境系論文集 Vol.73 No.625、2008 年 3 月、pp.299～306

90℃・乾燥



75℃・乾燥



60℃・乾燥



図-6 タイルの浮きの発生状況

*1 浅沼組技術研究所 博士 (工学)

Technical Research Institute, Asanuma Corp., Dr. Eng.

*2 京都大学大学院 教授・工博

Prof., Graduate School of Eng., Kyoto Univ., Dr. Eng.

*3 京都大学大学院 准教授・博士 (工学)

Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Kyoto Univ., Dr. Eng.