

透水型枠使用時の色むらの発生原因に関する研究

大分工業高等専門学校 正会員 ○一宮 一夫 学生員 加藤 優子
非会員 秦 敏和 非会員 吉岩 哲也

1. はじめに

透水型枠は、型枠面に透水シートを貼り付けたもので、コンクリート表層部の余剰水や気泡を除去して耐久性向上やあばた除去に効果がある。しかし、透水シートの種類やフレッシュコンクリートの特性によっては図1のような色むらが発生することが問題となるが、その原因はほとんど解明されていない。

そこで本研究では、透水シートの通水する最小水圧に着目し、色むら発生に及ぼす側圧や振動の影響について検討した。

2. 実験概要

(1) 透水シートの通水試験

透水シートが通水する最小水圧（以下、限界透水圧 p_u という）を図2の装置で測定した。装置はアクリルパイプ（長さ400mm、外径100mm、厚さ5mm）の下端部に透水シートを固定したもので、シート全面から通水を開始する時の水深 h から p_u を計算した。透水シートは3種類の市販品（シートAとBは不織布、シートCは織布）を用いた。

(2) 透水シートに作用する圧力の影響に関する実験

底板に透水シートを貼り付けた型枠（内径15cm、高さ10cm）で高さの異なるモルタル円柱供試体を製作し、供試体底面の色むら（黒く変色した部分）の発生状況を比較した（図3）。

透水シートは透水シートAとBを用いた。モルタルは、普通モルタル（フロー値160mm、 $W/C=50\%$ 、 $S/C=2.53$ ）と高流動モルタル（静置フロー値240mm、 $W/B=32\%$ 、 $S/B=1.44$ ）を使用した。練混ぜにはモルタル練りミキサーを用い、骨材と結合材を投入して30秒間の空練り後、ミキサーを停止させ水と混和剤を投入して再び90秒間攪拌した。打込みは、供試体高さが $H=5\text{cm}$ 、 7.5cm 、 10cm となるようにし、高流動モルタルは自己充填、普通モルタルはテーブルバイブレータで振動（振動数30Hz、振幅0.8mm）を20秒間与えて締固めた。

色むらの発生状況は、黒く変色した部分の面積を画像解析で測定し、色むら面積比（黒色部分の面積／コンクリート面積 $\times 100(\%)$ ）で評価した。

(3) 側圧の影響に関する実験

色むらはコンクリートの壁面などで問題となることから型枠垂直面に作用する側圧を測定した。型枠内寸法は幅30cm、奥行き8cm、高さ50cmで、図4のように型枠側面に設置した側圧計（東京測器社製 KDH-200kPa）で打込み直後から90分後までの側圧の経時変化を測定した。また、別に透水シートを貼り付けた同寸法の型枠を用いて色むらの発生状況を調べた。モルタルの流動性はスランプフロー620mmと250mmの2水準とした。配合は前出の高流動モルタルと同じもので、高性能AE減水剤の使用量で流動性を調整した。

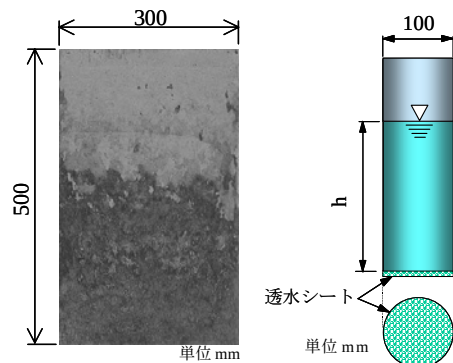


図1 色むらの例

図2 透水シートの通水試験

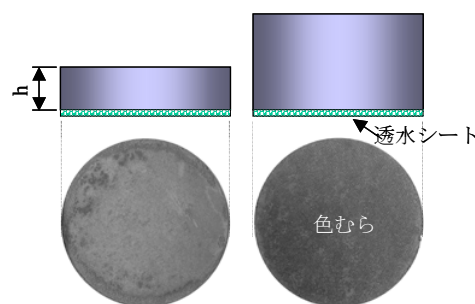


図3 供試体底面の色むら

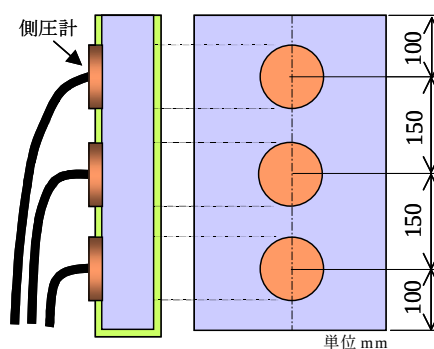


図4 側圧計の配置状況

3. 実験結果

(1) 透水シートの通水特性

透水シートが通水する最小水深 h は、透水シート A が $h=26\text{cm}$ 、B と C が $h=0\text{cm}$ で、限界透水圧はそれぞれ $p_u=2.5\text{kPa}$ と $p_u=0.0\text{kPa}$ となり、シートの種類で異なった。

(2) 透水シートに作用する圧力の影響に関する実験

図5に供試体底面の色むら面積比の結果を示す。まず、普通モルタルの場合は、シート A では $H=7.5\text{cm}$ と 10cm で 70% 以上の部分が黒く変色したが、 $H=5\text{cm}$ では色むらはほとんど発生していない。それに対して、シート B ではすべての供試体で全面が黒く変色した。モルタルの密度を $2.2 \times 10^{-3}\text{kg/cm}^3$ と仮定した場合の透水シートに作用する圧力 p は、 $H=5, 7.5, 10\text{cm}$ に対してそれぞれ $p=1.2, 1.8, 2.4\text{kPa}$ となる。これに振動によるモルタル中の水圧上昇を考慮すると、 $p > p_u$ の場合に余剰水が透水シートから外部に排出されることで色むらが発生するものと推察される。

一方、高流動モルタルでは色むらは全く発生していない。この原因としては、ブリーディングが生じにくい配合であること、無振動のために透水シートからの排出水量が少ないことなどが考えられる。

(3) 側圧の影響に関する実験

図6、図7にスランプフロー (S_f) 620mm と 250mm の打込み直後の側圧の変化を示す。なお、図中の破線は密度 $2.2 \times 10^{-3}\text{kg/cm}^3$ の液圧であり、深さ $10, 25, 40\text{cm}$ に対する側圧 $2.2\text{kPa}, 5.4\text{kPa}, 8.6\text{kPa}$ を示している。

まず、 $S_f=620\text{mm}$ の場合であるが、打込み直後の側圧はほぼ液圧と同じで、セメントの凝結が進むにつれて側圧が小さくなった。なお、色むらは生じていない。一方の $S_f=250\text{mm}$ の場合は、モルタル充填直後の側圧は液圧の $1/3$ 以下であるが 10 秒間の加振後は $S_f=630\text{mm}$ と同水準まで増加した。また、振動時間を 30 秒に延長しても側圧は変化していない。この場合

は、供試体の上端からおよそ 13cm 以下の部分に図1のような色むらが発生しており、図7の側圧の実測値と p_u の比較と色むら発生位置はほぼ一致した。このように、色むら発生は透水シートの限界透水圧 p_u よりも側圧 p が大きく ($p > p_u$)、さらに振動によりコンクリートやモルタル内部の水が強制的に排出される場合に生じるとした前述の実験と同じ結果となった。

4. まとめ

本研究により得られた結果を以下に示す。

- (1) 透水シートの種類で通水する最小水圧（限界透水圧）が異なる。
- (2) 色むらは、透水シートの限界透水圧よりも大きな側圧が作用し、振動を与えてコンクリートやモルタル内部の水が強制的に排出される場合に発生する。

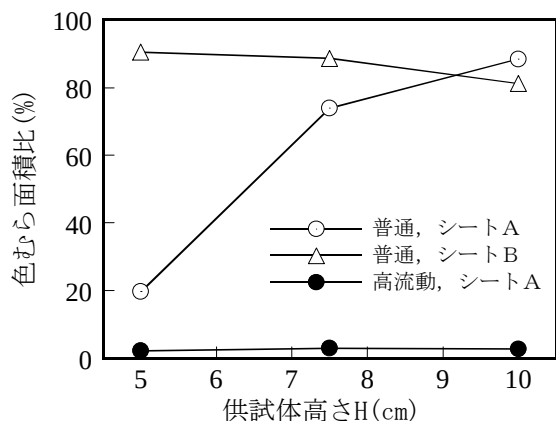


図5 供試体高さと色むら面積比の関係

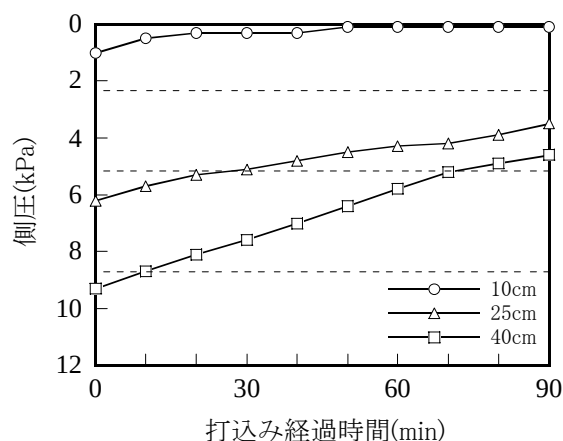


図6 打込み経過時間と側圧の関係 ($S_f=620\text{mm}$)

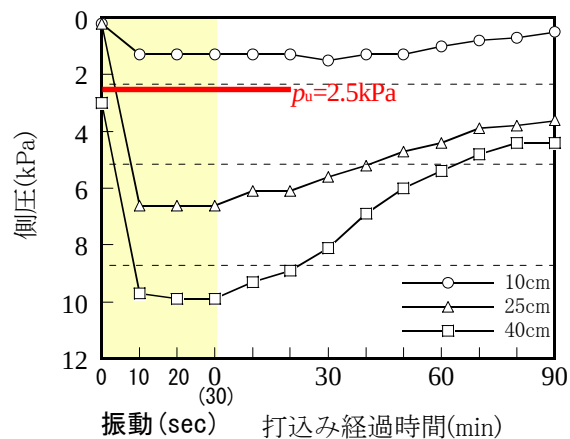


図7 打込み経過時間と側圧の関係 ($S_f=250\text{mm}$)