

断面内の温度勾配の違いがブリーディングの発生に及ぼす影響に関する検討

飛島建設(株) 正会員 ○川里 麻莉子 飛島建設(株) 正会員 槇島 修  
飛島建設(株) 正会員 平間 昭信 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性を確保するためには、コンクリートの表層品質の向上が有効である。表層品質を低下させる要因の一つであるブリーディングは、型枠界面を上昇する水の挙動が確認されており<sup>1)2)</sup>、表層の密実性が低下する可能性も示されている<sup>2)</sup>。最近では、三田らが、型枠からの距離によってブリーディング量に変化し、水の挙動は粉体の沈降現象に加えて、水和熱による対流現象が関係すると報告している<sup>3)</sup>。そこで、ブリーディングの発生がコンクリートの表層品質に与える影響を把握することを目的として、本検討では、断面内の温度勾配がブリーディングの発生に及ぼす影響と、ブリーディングと表層品質の関係について確認した。

2. 試験概要

2-1 試験条件およびモルタルの配合

本検討では、ブリーディング量の確保のために環境温度を10℃とし、粗骨材による影響を排除するためにモルタルを使用した。供試体寸法は400mm角の立方体とし、断面内の温度勾配を変化させるために、合板型枠と、型枠面と上面に断熱材(厚さ10cmの発泡スチロール)を設置した断熱型枠の2条件を設定した。使用したモルタルの配合を表-1に示す。モルタルの配合は、スランプ15cmの二次覆工コンクリートの配合から粗骨材を除いたものとした。

2-2 ブリーディング試験

ブリーディング試験の型枠概要を図-1に示す。供試体上面はブリーディングの発生位置を把握するために、格子状の仕切り板(厚さ2mmの亚克力板)をモルタル上面に10mm埋め込み、9分割した。9分割した領域は、型枠接触面積の異なる領域[1]中央、[2]平面、[3]隅角の3領域に分類した。測定は30分間隔で行い、測定2分前に供試体を傾けて領域ごとに水を採取した。

2-3 温度計測

温度計測にはブリーディング試験と同条件の供試体を用いた。温度計測位置を図-2に示す。供試体中央部

と型枠近傍の平面部および隅角部の3箇所を対象に、鉛直方向の上中下3点と、環境温度を加えた合計10点に熱電対を設置して計測した。

2-4 表層品質の確認

前述の試験終了後、材齢7日に脱型し、材齢63日に表層透気試験(トレント法)および反発度試験(シュミットハンマー法)を行った。測定箇所は、1供試体につき、1側面の中央付近(領域[2]平面に相当)とした。

表-1 モルタルの配合

| W/C (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |               |
|---------|--------------------------|-----|-----|-----|---------------|
|         | W                        | C   | S1  | S2  | AD            |
| 62.9    | 274                      | 436 | 992 | 422 | 3.05 (C×0.7%) |

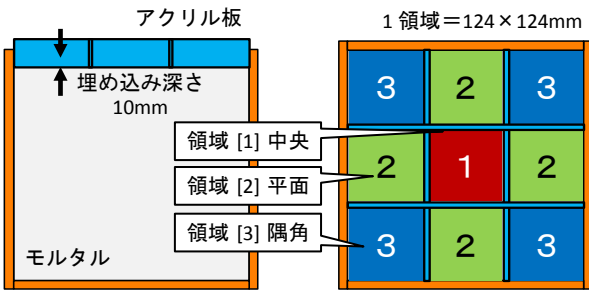


図-1 ブリーディング試験型枠概要図

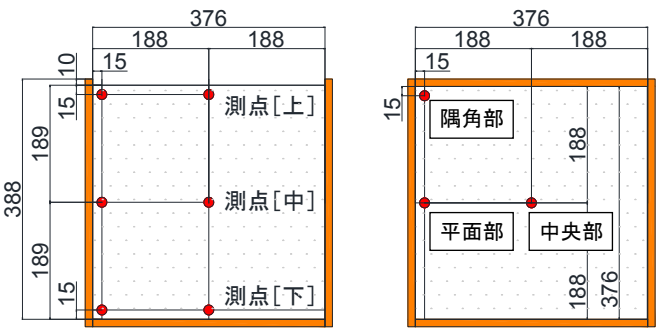


図-2 温度計測位置図 (単位: mm)

3. 試験結果

3-1 ブリーディング試験結果

ブリーディング量の経時変化を図-3に示す。ブリーディング量は、断熱型枠では3領域とも直線的に増加しているのに対し、合板型枠では[1]中央と[2]平面において増加量に差異が見られた。また、最終ブリーディング量は、合板型枠では[1]中央>[3]隅角>[2]平面

キーワード ブリーディング, 領域分割, 温度勾配, 断熱, 表層品質

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬5472 飛島建設(株) 技術研究所 第三研究室 TEL 04-7198-7577

の順に、断熱型枠では [2] 平面 > [1] 中央 > [3] 隅角の順に多くなり、両者で異なる傾向となった。既往の研究より、型枠接触面積の違いから [3] 隅角 > [2] 平面 > [1] 中央の順にブリーディング量が多くなると予想されたが、異なる結果となった。

最終ブリーディング量と領域 [1] 中央に対する比率を図-4に示す。[1] 中央に対する [3] 隅角の比率は、合板型枠が 0.81、断熱型枠が 0.83 でほぼ同等であった。一方、[2] 平面の比率は合板型枠の 0.50 に対して、断熱型枠は 1.54 と 3 倍であり、断熱により [2] 平面のブリーディング量が増加した。また、全領域の最終ブリーディング量についても断熱型枠の方が多くなった。

3-2 温度計測結果

モルタル供試体の温度計測結果を図-5に示す。合板型枠は環境温度の影響を受けて、中心からの型枠に向けた水平方向と上下方向に温度差が生じている。一方、断熱型枠は断熱効果により供試体の全体温度が一樣となり、断熱の有無による供試体断面内の温度の違いを確認した。なお、断面内の温度勾配が最大となる中心部（中央 [中]）と隅角部の上面（隅角 [上]）の温度差は、合板型枠が 3.5℃、断熱型枠が 1.0℃であった。領域 [3] 隅角に比べて、型枠接触面の数も断面内の温度差も小さい [2] 平面のブリーディング量が多くなった理由は不明であるが、最終ブリーディング量だけで判断すると、断面内の温度勾配が小さい断熱型枠のブリーディング量が多くなる結果となった。したがって、断面内の温度勾配がブリーディング量や水の挙動に影響を与えている可能性があるかと推察できる。

3-3 表層品質の確認

透気試験および反発度試験の結果を表-2に示す。透気試験による品質評価は合板型枠の「劣」に対し、断熱型枠は「良」であり、ブリーディング量が多い断熱型枠の方が良好であった。また、合板型枠に比べて断熱型枠の方が表面強度が約 5 N/mm<sup>2</sup> 高いことから、断熱による強度増進の影響も関係していると考えられる。

4. まとめ

断面内の温度勾配の違いにより、領域におけるブリーディング量が変化することを確認した。今後の課題として、型枠接触面の影響を排除して温度勾配の影響のみを考慮した実験や断面内の温度勾配を大きくした実験を行い、ブリーディングの挙動と温度の関係について、更なる検討を進める予定である。

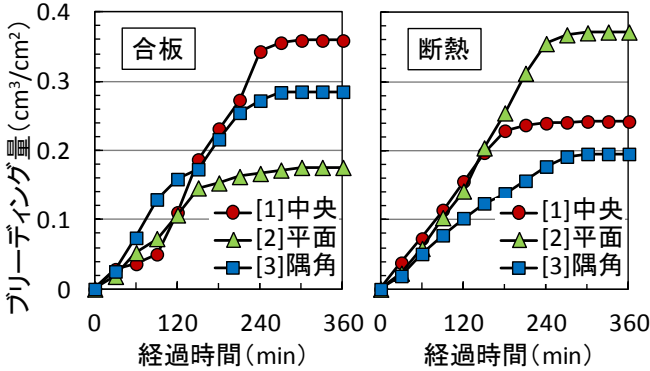


図-3 ブリーディング量の経時変化

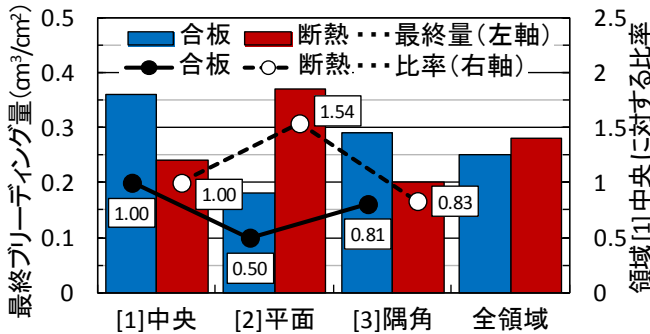


図-4 最終ブリーディング量と領域に対する比率

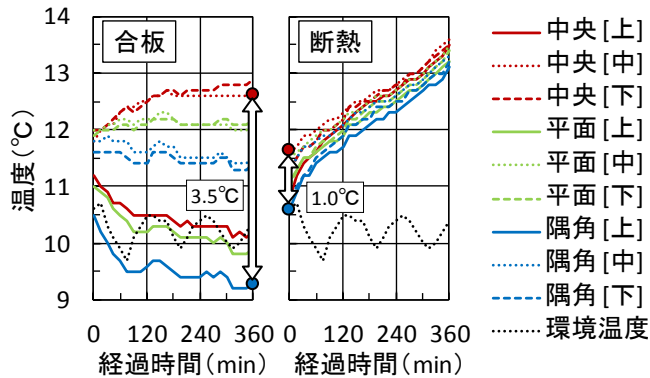


図-5 温度計測結果

表-2 透気試験および反発度試験結果

| 供試体種類※1                                  | 合板型枠 |      | 断熱型枠  |       |
|------------------------------------------|------|------|-------|-------|
|                                          | I    | II   | I     | II    |
| 透気係数(×10 <sup>-16</sup> m <sup>2</sup> ) | 7.2  | 10   | 0.037 | 0.098 |
| 品質評価基準※2                                 | 劣    | 劣    | 良     | 良     |
| 表面強度(N/mm <sup>2</sup> )                 | 20.1 | 21.4 | 25.2  | 26.5  |

※1 I: ブリーディング試験供試体, II: 温度計測供試体  
※2 優 (<0.01), 良 (0.01-0.1), 標準 (0.1-1), 劣 (1-10), 劣悪 (>10)

参考文献

1) 大飼利嗣, 畑中重光, 三島直生, 金子林爾: 視覚的評価方法によるコンクリート中のブリーディング挙動に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.609-614, 2004  
2) 三田勝也, 加藤佳孝: ブリーディング水がコンクリート表層部の品質に与える影響に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1385-1390, 2011  
3) 三田勝也, 加藤佳孝: 型枠界面に生じるブリーディング水の挙動に関する実験的検討, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), Vol.71, No.4, pp.385-397, 2015.11