

型枠界面におけるブリーディング水の挙動に及ぼす要因に関する実験的研究

東京理科大学 正会員 ○三田 勝也
東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1. 目的

ブリーディング現象は、コンクリート構造物の内部分のみならず、表層部の品質低下の原因となる。このように不具合を引き起こすブリーディング水を適切に管理するためには、ブリーディング現象のメカニズムを知る必要がある。しかし、現状では、ブリーディング水の挙動を定量的に把握できていない。表層品質は劣化因子が侵入する初期段階で非常に重要であるため、ブリーディング水の移動経路を理解し、発生量を定量的に予測することは、品質確保にとって重要であると考えられる。筆者らはこれまでに、型枠寸法を変化させることで、内部を上昇するブリーディング水と型枠界面付近のブリーディング水の発生割合を変化させ、ブリーディング現象を検討してきた¹⁾。その結果、型枠界面ではブリーディング水が上昇しやすい経路がある可能性がわかった。本研究では、まず型枠界面のブリーディング水を考慮したモデル化を行った。そして、型枠内のペーストのフレッシュ性状を変化させるため、W/C、AE 減水剤および増粘剤を添加して実験を行うことで、型枠界面を上昇するブリーディング水の挙動に及ぼす要因を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびブリーディング試験

本実験ではセメントペーストを用いて実験を行った。使用したセメントは、普通ポルトランドセメント(密度:3.15g/cm³、ブレン比表面積:3440cm²/g)であり、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤およびセルロース系の増粘剤を使用した。なお、ペーストの配合は W/C=55%および 65%としており、AE 減水剤と増粘剤は 55%の配合に用いた。添加率は、それぞれ C×0.25%および W×0.3%とした。ブリーディング試験は JIS A 1123 を参考に実施した。本実験では、ブリーディング水の挙動を理解することを目的としたために、通常のブリーディング試験とは異なり、

各測定時間で打込み面に生じたブリーディング水を取水することなく、生じたブリーディング水の高さを測定することとした。

2.2 使用型枠

本実験では前報¹⁾と同様にアクリル製型枠を使用した。型枠の形状は、断面積が正方形の正四角柱とした。型枠の寸法は、内寸で 1 辺が 1, 10 および 30cm とした。また、打込み高さを底面から 10cm とした。ペーストの打込みに関しては、所定の打込み高さまで一層で打ち込むものとした。ペーストはオムニ式ミキサーを用いて練り混ぜた。ペースト作製手順としては、練混ぜ水をミキサーに投入後、粉体を投入し 1 分間低速で練混ぜ、かき落としを行った後、高速で 1 分間練り混ぜた。打込みに関しては所定の高さまで 1 層で打込んだが、打込み後、付き棒で 5 回突いた。

3. 実験結果および考察

3.1 ブリーディング水発生モデル

これまでの実験結果¹⁾から型枠界面の影響を考慮したブリーディング水発生モデルを作成した。モデルを図-1 に示す。本モデルは、発生するブリーディング量(以下 BL 量)が、断面により一定とはならず、BL 量の発生が、①型枠壁面からの摩擦抵抗によって他の領域より BL 量が減少する領域、②BL 量が卓越している領域、ならびに③ペースト内部から生じる領域の 3 つの領域から形成される。本モデルで、実験結果¹⁾の傾向を再現できることを確認している。本検討においても、このモデルを用いて検討する。

3.2 ブリーディング試験結果

図-2 は、本研究で行ったブリーディング試験の結果を示している。なお、グラフの縦軸は最終ブリーディング量を示しており、破線は、モデルによる解析結果である。W/C が大きくなることで、全体的な BL 量は増加する傾向にあるが、型枠断面 1 辺の長さとの関係は、W/C=55%と同様の傾向を示していた。

キーワード ブリーディング水、型枠形状、界面、混和剤

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 TEL : 04-7124-1501(内線4054)

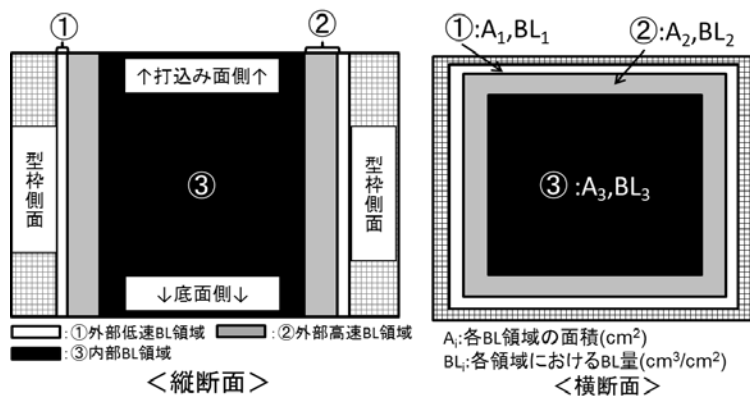


図-1 型枠界面を考慮したブリーディング水のモデル

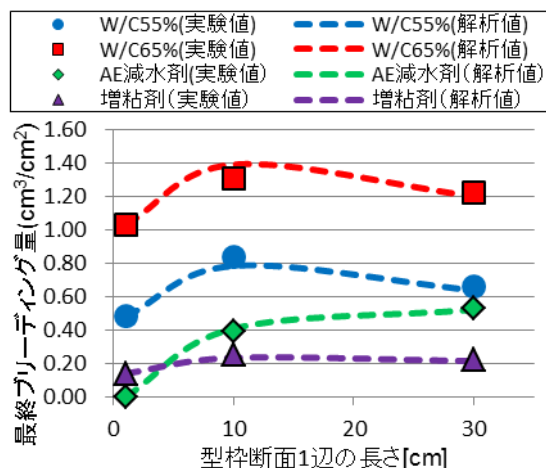


図-2 最終ブリーディング水と型枠寸法の関係

W/C の変化は、溶液中のセメント粒子の濃度を变化させることと等しい。最終 BL 量と型枠寸法の関係が、W/C=55%と同じ傾向となったことから、W/C の変化は型枠界面の BL 発生パターンに影響を与えないと考えられる。

AE 減水剤を添加した場合については、最終 BL 量の減少効果が見られ、断面 1 辺の寸法が 1cm の場合には、BL 量が析出しないという結果となった。添加しない場合と比べて、型枠寸法が大きくなると最終 BL 量も増加する傾向にあった。解析結果からも型枠界面の BL 量より内部の領域から生じる BL 量が多くなっており、BL 水が型枠界面を通りにくいことがわかる。AE 減水剤を添加しない場合、セメント粒子同士が型枠内部で凝集体を形成する。凝集体は型枠内に堆積した結果、充填率が低くなり、型枠界面近傍に BL 水の通り道となる空間を形成すると考えられる。本実験で用いた成分の AE 減水剤は、セメント粒子表面を帯電させることで分散性を高める。AE 減水剤を添加した場合、分散性を高められたセメント粒子が、型枠内部に広く分散され、型枠界面で比較的密な粒子充填構造になったためと考えられる。

増粘剤を添加した場合については、全体的に最終 BL 量は低下している。型枠寸法による影響は、無添加の場合と同様の傾向を示していたが、変化の割合としては小さい。増粘剤は自由水の粘性を増すため、セメント粒子の沈降が全体的に遅くなり、打込み面に生じる BL 量は低下すると考えられる。無添加の場合の各層の BL 量は、 $BL_1=0.48(\text{cm}^3/\text{cm}^2)$ 、 $BL_2=0.90(\text{cm}^3/\text{cm}^2)$ 、 $BL_3=0.50(\text{cm}^3/\text{cm}^2)$ であり、増粘

剤を添加した場合には、 $BL_1=0.14(\text{cm}^3/\text{cm}^2)$ 、 $BL_2=0.30(\text{cm}^3/\text{cm}^2)$ 、 $BL_3=0.20(\text{cm}^3/\text{cm}^2)$ で、無添加の場合は添加した場合のおよそ3倍程度の BL 量となっている。以上より、粘性の影響は各層の BL 量に影響を及ぼすが、界面近傍では上昇しやすいという傾向は無添加と同様であると考えられる。

フレッシュ性状を変化させたペーストでブリーディング試験を基に、提案したモデルを用いて検討した結果、型枠界面の BL 発生パターンは AE 減水剤を添加した場合以外は、同じような挙動を示していることがわかった。これは、型枠内部での粒子充填構造の違いによると考えられる。

4. まとめ

本検討で得られた知見を以下に示す。

- 1) 著者らが提案したブリーディング水発生モデルは、ペーストのフレッシュ性状が異なっても、適用できる可能性がある。
- 2) 型枠界面のブリーディング現象は、粒子の充填構造に影響される可能性がある。

謝辞：本研究の一部は科研費（23360189）の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 鈴木拓馬，三田勝也，加藤佳孝：型枠界面を上昇するブリーディング水の発生機構に関する実験的検討，第 40 回土木学会関東支部技術研究発表会，V-36，2013。