

ダンボールを気泡モルタルに混入した場合に発生する ブリージングの抑制と強度特性

○日本大学工学部	学生会員	對比地	清
日本大学工学部	正会員	古河	幸雄
株式会社 建辰		高坂	俊行
協和ボーリング株式会社	正会員	中田	嘉久

1. はじめに 空洞や廃管への充填は、従来エアミルク工法やエアモルタル工法が用いられてきたが、これを水中で打設するとエアミルクの場合は浮き上がり、エアモルタルの場合は、骨材が分離して堆積する現象が発現する。しかし、エアミルクにセルローズ(本研究では、ダンボール破砕物、以後、気泡モルタルという)を混入するとその欠点が改善される。このときの気泡モルタルの流動性はエアミルクやエアモルタルと同等である特徴を有している。しかし、ダンボール破砕物を気泡モルタルに混合すると、ブリージングが発生する。これを抑止するためには粘土の添加が考えられる。粘土を添加すると、水中で弱いゲル構造を形成し、構造粘性や降伏値を発生させることによりセメント粒子の沈降や分離水の発生を防ぐ効果がある。本研究では、粘土を添加した時のダンボール破砕物混入気泡モルタルの配合設計適用範囲を品質管理から検討し、配合設計の確立を目指した。

2. 配合設計

配合設計は、まず空気量 (Air)、水セメント比 (W/C)、紙セメント比 (P/C) を決定する。その後、1 m³の材料構成は、下式により起泡剤量、希釈水量、セメント質量、粘土質量、気泡を計算する。さらに、これらの数値より設計生比重を算出する。

$$\text{希釈水量}(kg) = \text{起泡剤量} \times (\text{希釈倍率} - 1) \times \frac{\text{水の密度}}{\text{起泡剤の密度}} \quad \text{起泡剤量}(kg) = 1000 \times \frac{\text{Air}}{100} \times \frac{\text{起泡剤密度}}{\text{希釈倍率} \times (\text{発泡倍率} - 1)}$$

$$\text{セメント質量} = \frac{1000 - \text{Air}}{\left(\frac{1}{\rho_c}\right) + \left(\frac{W}{C}\right) \times \left(\frac{1}{\rho_w}\right) + \left(\frac{P}{C}\right) \times \left(\frac{1}{\rho_p}\right) + \left(\frac{S}{C}\right) \times \left(\frac{1}{\rho_s}\right)} \quad \text{水量} = \frac{W}{C} \times \text{セメント量}$$

$$\text{ただし、混練水} = \text{水量} - \text{希釈水量} - \text{起泡剤量} \quad \text{起泡剤量} = \text{起泡剤質量} / \text{起泡剤密度}$$

$$\text{古紙質量} = \frac{P}{C} \times \text{セメント量} \quad \text{粘土質量} = \frac{S}{C} \times \text{セメント質量} \quad \text{泡量} = \text{希釈水量} + \text{起泡剤量}$$

$$\text{空気量} = \frac{W - \text{生比重}}{W} \times 100(\%) \quad W = \frac{\text{セメント重量} + \text{古紙重量} + \text{混練水}}{\left(\frac{\text{セメント重量}}{\text{セメント比重}}\right) + \left(\frac{\text{古紙重量}}{\text{古紙比重}}\right) + \text{混練水}}$$

ここで、 ρ_c :セメント密度 ρ_w :水密度 ρ_p :セルローズ密度 ρ_s :粘土密度 S/C:粘土セメント比

3. 実験方法

用いた材料は、高炉セメントB種、起泡剤(モノクリートFM)、ダンボール破砕物、粘土、混練水である。気泡モルタルの作成には、気泡装置によりプレフォーム方式で(希釈倍率20倍、発泡倍率20倍)発泡させた気泡とダンボール破砕物、粘土(粘土性質は、表-1に示す)、水及びセメントを手練りにより混合する。配合設計の品質が確保されていることの確認は、流動性と生比重である。気泡モルタルの流動性の測定は、フロー試験(JHS A 313-1992 シリンダー法)により行い、フロー値の規定値は180±20mmと設定し、生比重は、単位容積質量法で行った。なお、ブリージングの確認は、ブリージング率試験(ポリエチレン袋法)で行った。また、型枠投入後に隙間より水が流出したので、これをブリージング水としてとらえ、前述のブリージング試験とは異なるので、型枠ブリー

キーワード:気泡混合軽量土、ダンボール破砕物、ブリージング
連絡先:〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部土木工学科 TEL&FAX 024-956-8729

ジングとして定義し、測定した。その後、気泡モルタルは $\phi=5$ 、 $H=10$ (cm)の型枠へ打ち込み 5 日後に収縮圧縮試験(水銀法)を行い、その後脱型し供試体を密封して気中養生で 28 日間養生し、その後一軸圧縮試験を行った。

4. 実験結果及び検討

図-1 は、空気量=40%、粘土未添加($S/C=0$)におけるブリージング率と W/C の関係である。ブリージングが発生しているのは、 W/C が小さく、 P/C が大きい場合、ブリージングが発生している。

図-2 は、型枠ブリージング率と S/C の関係である。ここで、空洞や配管など満水閉鎖空間に気泡モルタルを打設する際のブリージングはブリージング率試験(ポリエチレン袋法)であり、型枠ブリージング率は、型枠などを用いる空間に打設したときのブリージング状況を考慮したものである。型枠ブリージング率は、 S/C を 0~0.03 に変化させたとき、 $S/C=0$ で、 $P/C=0$ と 0.01 と 0.02 のときは、ほぼ 1.0%未満に留まっている。 $P/C=0.03$ と 0.05 のとき、1.0%以上発生するが、型枠ブリージング率は粘土添加量が多くなるにつれて小さくなり、概ね $S/C=0.015\sim0.02$ 以上になるとほぼ一定の値になっている。

図-3 は S/C と供試体の空気量及び一軸圧縮強さ($=q_u$)の関係である。本研究における設計空気量は 40%であり、空気量は S/C 比が大きくなるにつれて大きくなって一定値になり、設計空気量の 40%に近似してくる。 q_u は S/C 比が大きくなるにつれて小さくなり、ある S/C から一定値になる。空気量、 q_u のいずれの場合も一定になるのは、概ね $S/C=0.015$ 程度からであり、図-2 における型枠ブリージング率が、ほぼ一定となる S/C と近似している。

図-4 は、打込み時の生比重と一軸圧縮試験時の湿潤密度 ρ_t の関係である。全体の傾向としては、打込み時の生比重と湿潤密度はほぼ一致していることがわかる。一方、打込み時の生比重と設計生比重は、ほぼ近似した値をとることが実験よりわかった。したがって、28 日気中養生後の湿潤密度は設計生比重と同じ値として差し支えない。

5. まとめ

本研究は、気泡混合軽量土における骨材としてセルロース(ダンボール破碎物)を混合すると、ブリージングが発生した。これを抑制するために粘土を添加し、打込み時の流動性、硬化時の軽量性、強度特性について検討した。得られた結果は、以下の通りである。①ブリージングは P/C が大きい場合に発生している。②ブリージングを抑制するためには、 $S/C=0.015$ 程度添加すればよい。③生比重と一軸圧縮試験時の湿潤密度は、ほぼ一致する。

参考文献: 對比地清・古河幸雄・中田嘉久: 気泡モルタルにダンボール破碎物を混入した場合に発生するブリージングの抑制について、平成 20 年度土木学会東北支部技術研究発表会、pp.351~352

表-1 粘土性質

土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	液性限界 $W_L(\%)$	塑性限界 $W_P(\%)$	塑性指数 I_p
2.704	251.9	69.4	182.5

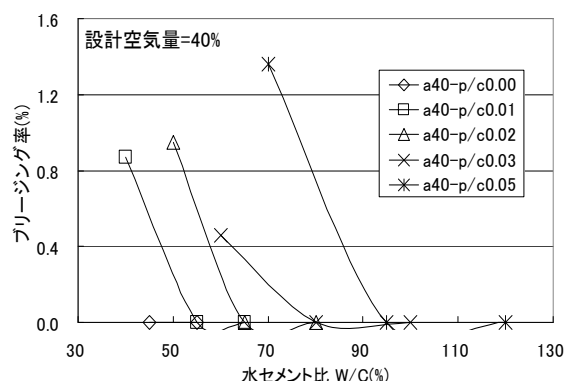


図-1 ブリージング率と W/C の関係

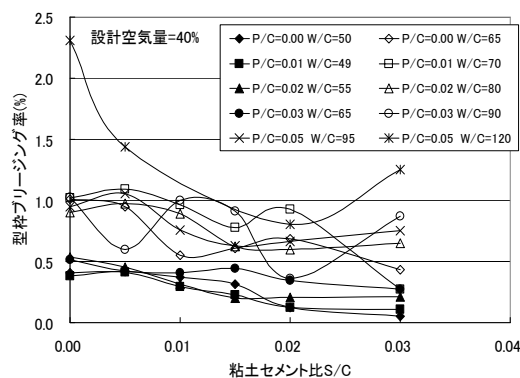


図-2 型枠ブリージング率と S/C の関係

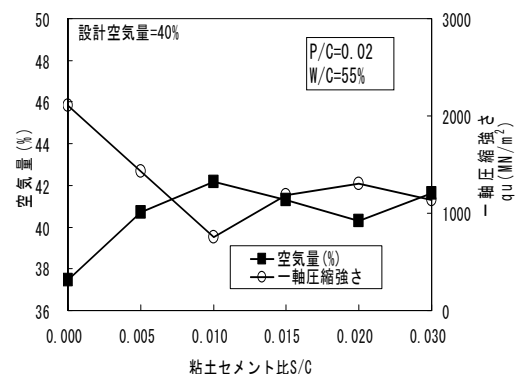


図-3 S/C と空気量及び一軸圧縮強さの関係

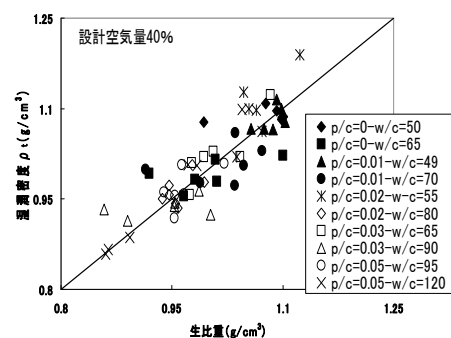


図-4 生比重と湿潤密度の関係