

気泡モルタルにダンボール破砕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

○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
協和ボーリング 正会員 中田 嘉久

1. **はじめに** 気泡混合軽量土(以下、気泡土と称す)は、軽量性、流動性、硬化後の自立性などの特徴を有しており、その特徴を発揮できる箇所に施工されている。その流動性を考慮して、細長い空間(例えば廃管など)の充填を行う場合、エアミルク工法やエアモルタル工法が用いられる。その空間が満水であると、水中で圧送打設することがあり、打設中にエアミルク工法では圧送するモルタルが浮き上がり、エアモルタル工法は骨材が分離して圧送管を詰まらせるといった問題が発生する。これらの問題を解決するために、ダンボール破砕物の混合が検討され、エアミルク工法やエアモルタル工法で発生する問題点の改善が期待される。しかし、ダンボール破砕物を気泡混合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ベントナイトの添加が考えられる。そこで、ベントナイトを添加した時の配合設計適用範囲を品質管理、強度特性の面から検討し、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、ベントナイト質量、気泡を計算する。さらに、これらの数値を用いて設計生比重が算出できる。

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

$$\text{起泡剤量(kg)} = 1000 \times \frac{\text{Air}}{100} \times \frac{\text{起泡剤密度}}{\text{希釈倍率} \times (\text{発泡倍率} - 1)} \quad (2)$$

$$\text{セメント質量} = \frac{1000 - \text{Air}}{(\frac{1}{\text{セメント密度}}) + (\text{W/C}) \times (\frac{1}{\text{水密度}}) + (\text{P/C}) \times (\frac{1}{\text{古紙密度}}) + (\text{S/C}) \times (\frac{1}{\text{ベントナイト密度}})} \quad (3)$$

$$\text{水量} = \frac{\text{W}}{\text{C}} \times \text{セメント量} \quad (4)$$

$$\text{ただし、混練水} = \text{水量} - \text{希釈水量} - \text{起泡剤量} \quad (5) \quad \text{起泡剤量} = \text{起泡剤質量} / \text{起泡剤密度} \quad (6)$$

$$\text{古紙質量} = \frac{\text{P}}{\text{C}} \times \text{セメント量} \quad (7) \quad \text{ベントナイト質量} = \frac{\text{S}}{\text{C}} \times \text{セメント質量} \quad (8)$$

$$\text{泡量} = \text{希釈水量} + \text{起泡剤量} \quad (9)$$

$$\text{空気量} = \frac{\text{W} - \text{生比重}}{\text{W}} \times 100(\%) \quad (10) \quad \text{W} = \frac{\text{セメント重量} + \text{古紙重量} + \text{混練水}}{(\text{セメント重量} / \text{セメント比重}) + (\text{古紙重量} / \text{古紙比重}) + \text{混練水}} \quad (11)$$

3. 実験方法

用いた材料は、普通ポルトランドセメント、起泡剤(モノクリート FM)、ダンボール破砕物、ベントナイト、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、ベントナイト、水及びセメントを手練りにより混合する。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 と設定した。配合設計の値が確保されているのかの確認は、生比重試験(単位容積質量法)を行い、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。その後のモルタルは φ=5、H=10(cm)の型枠(紙型ソノモールド)へ打ち込み、3 日後に収縮圧縮試験(水銀法)を行い、その後脱キーワード: 気泡混合軽量土、古紙、ベントナイト、一軸圧縮強さ

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

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、割裂引張試験を行った。

4. 実験結果及び検討

図-1 は、ブリージング率と S/C の関係である。P/C=0.00 と 0.01 のとき、ベントナイトが未添加 (S/C=0) でもブリージングは発生していない。一方、P/C=0.03 以上になるとブリージングは発生するが、ブリージング率はベントナイトの添加量が多くなるにつれて小さくなり、概ね、S/C=0.015~0.020 以上になるとブリージングが発生しないことがわかる。

図-2 はフロー値が $180 \pm 20 \text{ mm}$ に入る場合の S/C と空気量及び一軸圧縮強さ(=qu)の関係である。本研究における設計空気量は 30% 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 30% に近似してくる。qu 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、qu 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-1 におけるブリージングが発生しない S/C の領域と近似している。

図-3 は、P/C=0.00~0.05 のブリージングが発生しない配合の生比重と湿潤密度(一軸圧縮試験時)の関係である。全体の傾向としては、湿潤密度はほぼ一致している。したがって、設計生比重と打ち込み時の生比重が一致すれば、それが 28 日気中養生後の湿潤密度は同じ値として差し支えない。

図-4 は、フロー値が $180 \pm 20 \text{ mm}$ の範囲に入った供試体の水セメント比と qu 及び湿潤密度の関係である。P/C=0.00 と 0.01 は、ブリージングが発生しないのでベントナイトを添加していない。図中に平均的傾向の曲線を示すと、多少ばらつきはあるが、qu、湿潤密度とも W/C の増加に伴い P/C=0.03 の領域まで急激に小さくなり、P/C=0.03 以降での減少傾向は緩やかになっている。したがって、qu は、従来から明らかなように、気泡混合軽量土においても湿潤密度と連動して、生比重大きければ大きく、小さければ小さくなる事が分かる。

5. まとめ

本班研究は、気泡混合軽量土における原料土としてダンボール破砕物を混合すると、ブリージングが発生した。これを抑制するためにベントナイトを添加し、打ち込み時の流動性、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、次の通りである。①ブリージングは、P/C=0.00、0.01 では発生しないが、P/C=0.03 以上で発生する。②ブリージングを抑制するには、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。④フロー値が $180 \pm 20 \text{ mm}$ の範囲では、一軸圧縮強さはベントナイト添加・未添加に関わらず水セメント比と相関関係が認められる。

参考文献：前田政俊・古河幸雄：ダンボール破砕物混入における気泡モルタルの配合設計、土木学会第 62 回年次学術講演会、pp.761~762、2007.9.

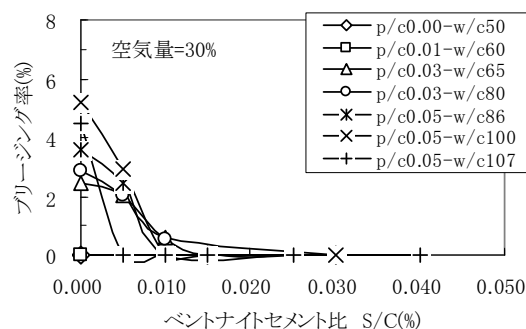


図-1 ベントナイトセメント比とブリージング率の関係

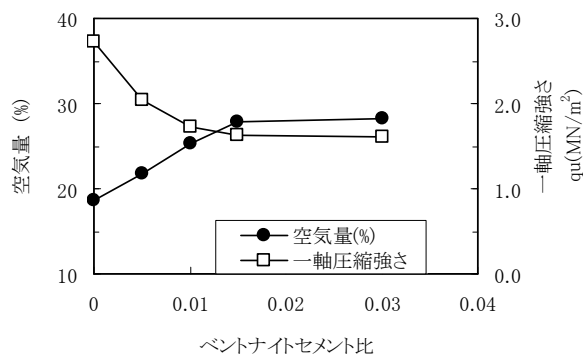


図-2 ベントナイトセメント比と空気量及び一軸圧縮強さの関係

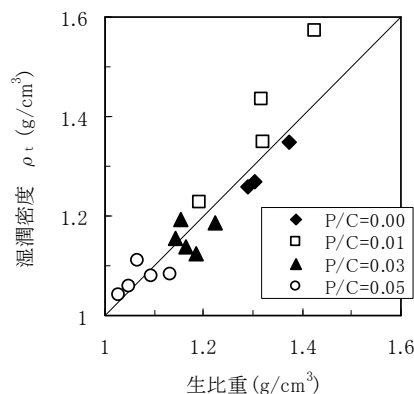


図-3 生比重と湿潤密度の関係

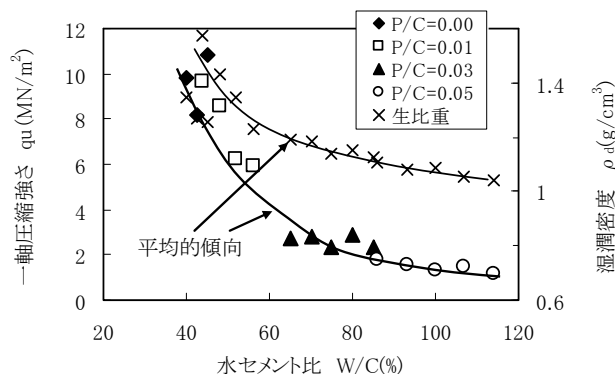


図-4 水セメント比と一軸圧縮強さの関係