

III-307 瞬結性軽量材料の研究 [4] 材料分離とその対策

清水建設株式会社技術研究所 正会員 ○堀内澄夫、内山伸、中川平八、高橋和敏

はじめに

セメントペーストに気泡を混合した気泡ペーストに所定量の水ガラス溶液を添加すると、数秒～数十秒でゲル化し長期的な強度発現も期待できる材料—気泡ゲル—を得ることができる¹⁾。ゲル化前の気泡ゲルは粘度が低く、材料分離を起こしやすい²⁾。材料の粘性変化をペーン試験で追跡すると、32Paの粘性の気泡ペーストが水ガラスの添加によって3Paにまで低下する。ゲルタイムが長い材料では、この粘性低下によってゲル化するまでの間にセメント分が沈降する。均質な地盤を構築するためには気泡ゲルの粘性を増加させ、材料分離を減少させる必要がある。

ベントナイトはセメントスラリーの粘度を増加させ、材料分離を低下させることが知られている³⁾。そこでベントナイト添加による気泡ゲルの物性変化を実験的に検討した。その結果、①ベントナイトは水ガラスに容易に混合できる。②ベントナイトの添加によって材料分離を防止できるほか、所定配合での強度を増加できる。など、ベントナイト添加の有効性が確認できた。

1. 実験の方法

表一に使用した材料を示す。セメントペーストの水／セメント比(W/C)は70%、水ガラス水溶液の水／水ガラス比(W/G)は50%とした。

ベントナイトは、セメントペースト、水ガラス水溶液のいずれかに添加する必要がある。両材料の混合にはスターティックミキサーを使用するので、ポンプ圧送できねばならない。そこで、それぞれの材料にベントナイトを添加したときの流動性をPロートで測定した。結果を図一に示す。ベントナイト添加量はセメントまたは水ガラスに対する重量比(B/C, B/G)である。圧送に適するフロー値の上限を14秒とすれば可能添加量はセメントペーストで4%、水ガラス水溶液では53%となる。水ガラスとセメントの混合比率(C/G)は25～50%であるが、それを考慮しても水ガラス水溶液への添加量はセメントペーストの3～6倍量のベントナイトが添加できる。またベントナイト混合に要す時間は、水ガラス水溶液の方が圧倒的に短い。以上から、ベントナイトは水ガラス水溶液に添加することとした。

図二に試験フローを示す。強度試験用の供試体はスターティックミキサーから排出される気泡ゲルを直径5 cm、高さ10 cmのモールド中に受け作成した。発現強度は供試体下部のセメント分離層を除去したのち一軸圧縮試験で把握した。

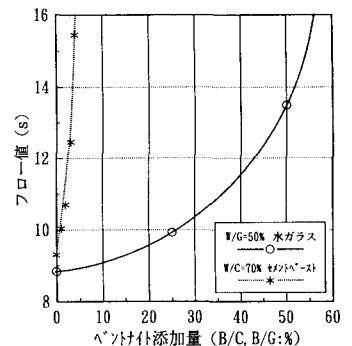
2. 実験の結果と考察

図三にゲルタイムと水ガラス／セメント比との関係を示す。ベントナイトの存在はゲルタイムに影響を与えていない。これは材料のゲル化が水ガラスとセメントの化学反応に因っているためと考えられる。

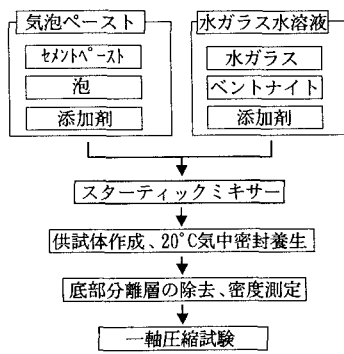
図四はベントナイト添加量と材料分離（セメント分離層の厚さと供試体の高さとの比率）との関係である。G/C=50%試料の材料分離が G/C

表一 使用材料

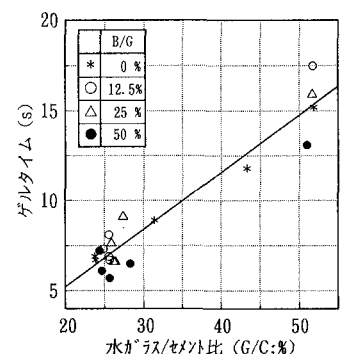
	記号	仕様
セメント	C	普通ポルトランド [®]
水ガラス	G	3号珪酸ソーダ [®]
水	W	水道水
ベントナイト	B	300メッシュ



図一 ベントナイト添加量と流動性



図二 試験フロー



図三 ゲルタイムとガラス/セメント比

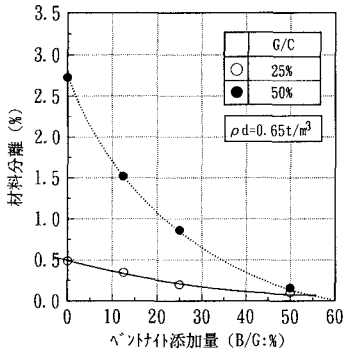


図-4 ベントナイト添加量と材料分離

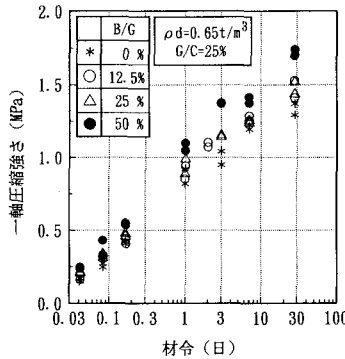


図-5 材料の強度発現

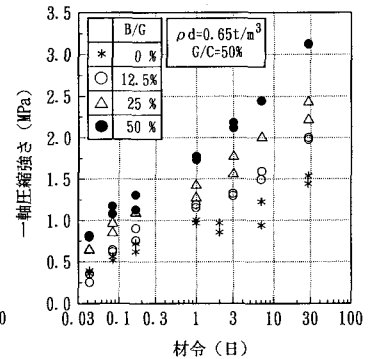


図-6 材料の強度発現

=25%試料に比較して大きくなっているのは、前者のゲルタイムが15秒程度であるのに対して後者が7秒程度と短いためである。図から明らかなように、ベントナイト添加によって材料分離は効果的に抑制できる。

図-5、6に材料の強度発現を示す。ベントナイト添加量が増すにしたがって発現強度が高くなっている。特に水ガラス量が多いほどその効果が大い。今までの検討結果²⁾によれば、気泡ゲルの強度は乾燥密度によって

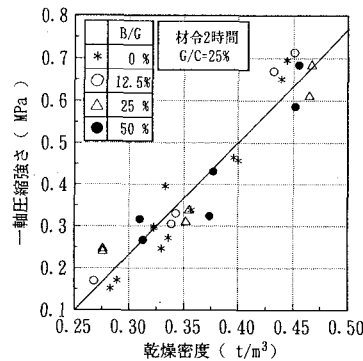


図-7 発現強度と乾燥密度

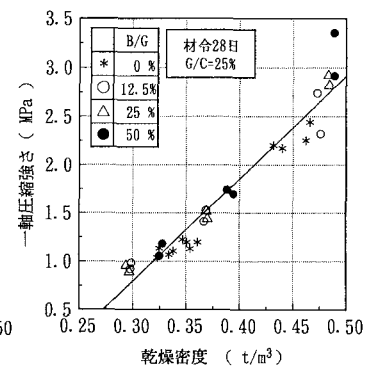


図-8 発現強度と乾燥密度

いる。図-7、8に G/C=25%試料の強度と乾燥密度の関係を示す。図のようにベントナイト添加量は発現強度に影響していない。図-4に示したようにベントナイト添加はセメント分離層を減少させ、結果として供試体の乾燥密度を増す。この密度増加が強度を増加させる原因となっていると推察される。図-9は G/C=50%試料の関係である。同一の密度であってもベントナイト添加量が多いほど発現強度も高い。材料分離はセメント粒子を沈降させるのと同時に、上部に密度の低い軟弱層を形成させる。ベントナイトの添加によってが発現強度が高まるのは、この軟弱層を減少させるためと考えられる。また図-9では、G/Cの増加が強度を増加させている。こうした傾向は瞬結性の裏込材³⁾にも見られる傾向であるが、ベントナイトを添加することによって気泡ゲルの均質化が図れたため明確となった。

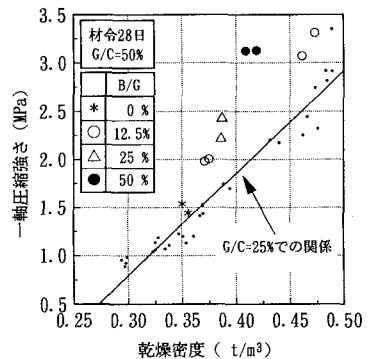


図-9 発現強度と乾燥密度

おわりに

ベントナイトの添加が気泡ゲルの材料分離を抑制し、均質な硬化体の製造を可能とすることが確認できた。現在、大型の供試体による物性評価を進めているが、セメント分離層のない均質なマスができています。

参考文献

- 堀内ほか："瞬結性軽量材料の研究[1] ゲルタイム", 第27回土質工学研究発表会, pp.2487-2488, 1992
- 堀内ほか："瞬結性軽量材料の研究[2] 発現強度と密度", 第27回土質工学研究発表会, pp.2489-2490, 1992
- Horiuchi, S. et al.:"Coal Fly Ash Slurries for Backfilling", Waste materials in Construction (Elsevier), pp.545-552, 1991