

日本国土開発(株) 正員 芳沢秀明

日本国土開発(株) 正員 池田 真

日本国土開発(株) 藤沢 均

1. はじめに

セメント安定処理工法においては品質管理の一環として処理土に含有されるセメントの含有量試験が行われている。セメント量は一般に処理土中のCaOを化学分析（塩酸溶解－キレート滴定法、塩酸溶解－原子吸光法など）することによって求められているが、これらの化学的分析法（以下「カルシウム分析法」という）は高精度であるが、設備・時間・熟練を要し、現場への適用にあたっては必ずしも適切な方法ではなかった。このため、事前混合処理工法¹⁾共同研究グループでは現場で簡便・迅速にできる塩酸溶解熱法²⁾による試験方法を開発した。試験方法の確立を目的として新潟空港・液状化対策試験工事の内、ソイルセメントのベルトコンベア混合性能予備調査に適用し、知見が得られたので報告する。

2. 使用材料及び混合設備

表-1 使用材料

材料名	仕様
砂質土	新潟東港砂
安定材	高炉セメントB種

工事に使用した材料を表-1に示し、砂質土の物理特性を表-2に示す。目標セメント添加率は砂質土乾燥質量に対して2%, 4%の2種類である。工事に使用した混合設備（混合処理能力80m³/h）を図-1に示す。ベルトコンベアはベルト幅500mm, ベルト速度100m/minを5基使用し、混合用ダンパシュートはせん断型と平板サイド型の一体化したものをベルトコンベア乗り継ぎ部に4台設置した。No.1ベルトコンベアにはフィーダで下層砂, 安定材, 上層砂の順にサンドイッチ状に砂質土と安定材を供給した。ベルトコンベア混合性能予備調査でコンベアを運転した時間は各々3分間であった。

表-2 砂質土の物理特性

試験項目	
土粒子の比重	2.664
自然含水比 (%)	液状直後 23.4 1日放置 8.3~10.5
粒 度	礫分 2~75mm (%)
	砂分 75μm~2mm (%)
	シルト分 5~75μm (%)
	粘土分 5μm未満 (%)
	均等係数 U_c
	曲率係数 $U_{c'}$
細粒分含有率 (%)	0
最大密度 ρ_{max} (g/cm ³)	1.562
最小密度 ρ_{min} (g/cm ³)	1.251

3. 調査方法

① 検量線の作成

② 調査内容 ベルトコンベア運転開始後、15秒間隔にNo.5ベルコン(最終ベルコン)上でセメント混合土を採取し、塩酸溶解熱法によりセメント含有量を測定し、添加率を算出した。なお、採取した試料の一部は、後日、カルシウム分析法でセメント添加率を測定して塩酸溶解熱法と比較した。また、混合のばらつきを目視観察するため、フェノールフタレインを散布した。

4. 調査結果及び考察

(1) 検量線

図-2に作成した検量線を示す。上昇温度とセメント添加率の相関係数が0.998と大きいことから、直線の相関性が極めて良いと判断される。セメントの上昇温度は約4.2℃/gであった。検量線を作成するにあたっては、上昇温度が母材の含水比、セメント混合後の経過時間が大きく異なる場合、これ

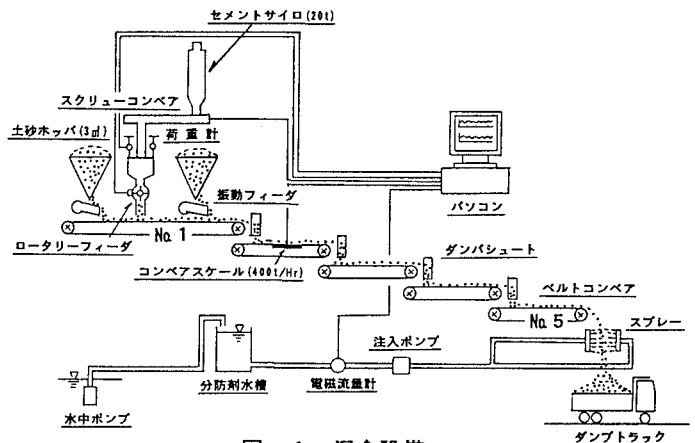


図-1 混合設備

らに影響を受けることが分っているため、あらかじめ検討を行った。その結果、含水比は7～8%でほとんど変化せず、混合後の経過時間による上昇温度も含水比8%で2時間はほとんど変化しないことが確認できた。このため、今回は1種類の検量線で良いと判断した。

(2) 調査

① ベルトコンベア運転時間とセメント含有率

図-3に運転時間とセメント含有率の関係を示す。目標セメント添加率2%、4%とも運転開始後45秒間は目標値から大きくずれている。これはプラント運転初期の立ち上がりの不定常さから生じたものと考えられる。添加率2%はその後ほぼ安定した状況（平均値1.8%、標準偏差0.3%、変動係数0.1）が得られた。一方、添加率4%は、その後も安定せず変動の大きい結果となった。原因としては、砂質土の供給が安定していることからセメント供給設備のトラブルと考えられる。なお、測定に要した時間は作業員3名で45分/10個であった。

② 塩酸溶解熱法とカルシウム分析法の比較

図-4に比較を示す。塩酸溶解熱法とカルシウム分析法の誤差は±0.5%程度の範囲にある。この程度の誤差は実用上許容できる範囲と考えられる。

③ フェノールフタレイン散布

フェノールフタレインの散布による混合のばらつきを目視観察した結果、いずれの添加率とも一様に赤色変化し、まだらになっていないことが確認できた。このことから、ベルトコンベア混合のばらつきは小さいと考えられる。

④ 塩酸溶解熱法による測定上の留意点

基準となる未処理土の温度測定は、外気温度、材料温度、測定位置などに影響を受けるため、調査直前に測定する必要があることが分った。

5. おわりに

塩酸溶解熱法はセメント混合後、直ちにセメント含有率の目安を得る方法として実用上安価で簡便で迅速な方法と考える。今後さらに適用例を増やし検討してゆく予定である。

本調査は、運輸省第一港湾建設局・新潟港工事事務所・新潟空港・液状化対策試験工事の一部として行ったもので、運輸省港湾技術研究所・動土質研究室・善室長の指導のもとに事前混合処理工法共同研究グループ（五洋建設㈱、東亜建設工業㈱、東洋建設㈱、㈱大林組、日本国土開発㈱）の協力を得て行った。ここに深く謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 善：液状化対策としての事前混合処理工法の開発，土と基礎，Vol. 38，No. 6，P. 27～32(1990)
- 2) 久保・川地：ソイルセメントのセメント含有量試験への塩酸溶解熱法の適用，㈱大林組・技術研究所報 No. 46，P. 75～78(1993)など

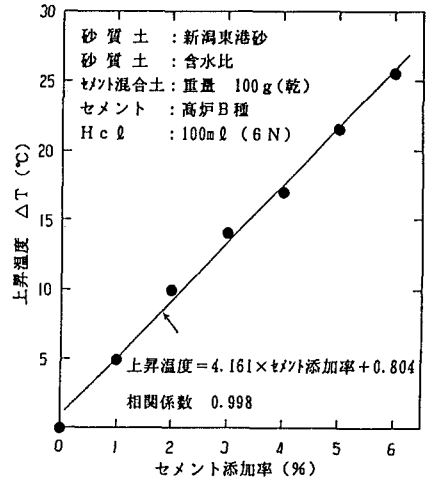


図-2 検量線

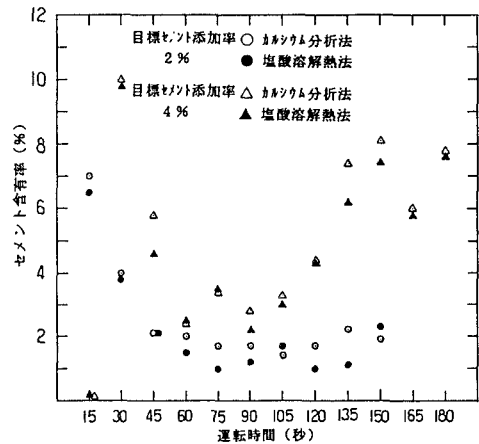


図-3 運転時間とセメント含有率

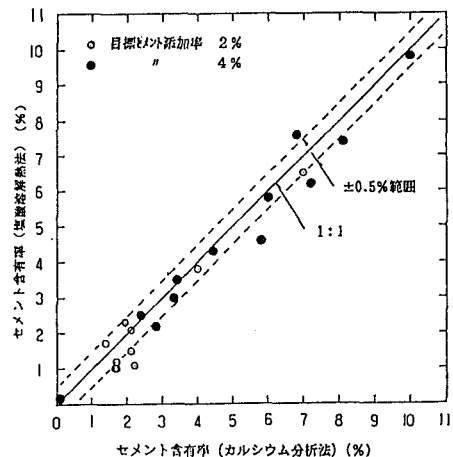


図-4 塩酸溶解熱法とカルシウム分析法の比較