

砂質系材料によるセメント安定処理土の強度特性

日本道路公団試験研究所 ○正会員 稲垣 太浩 小野塚 和博
日本道路公団亀山工事事務所 正会員 井ヶ瀬 良則

1. はじめに： 最近、セメント安定処理土は、良質な砂質系の材料を用いて、より高い強度、変形性をセメント安定処理土に期待し、RC 構造部材に代わって使用するに至った¹⁾。一般に砂質系の材料の自然含水比 W_n は、最適含水比 W_{opt} より乾燥側にある場合が多い。また、セメント安定処理土の配合は、土の自然含水比 W_n 状態にセメントを添加するため、含水比はさらに乾燥側へと移る。そこで砂質系の材料を用いたセメント安定処理土は、強度発現に必要な水が不足していないか、また、養生条件の違いによる経年的な含水比の変化と一軸圧縮強さの関係を調べたので報告する。

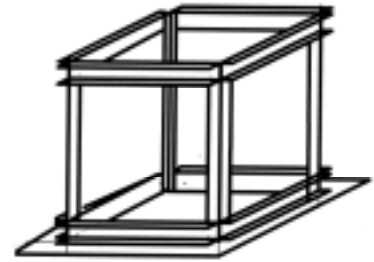


図1 大型供試体の型枠

2. 試験の概要： 実務設計では、安定処理土の強度は一軸圧縮試験の結果を用いる。そのため、本試験の強度は一軸圧縮試験から求めた。また、養生条件の違いによる経年的な含水比の変化と強度の関係を調べるため、養生条件と養生期間を表1に示した。なお、試験はすべて東京都町田市で行った。使用した土は、福島県いわき産のまさ土(土粒子密度: $\rho_s = 2.671 \text{ g/cm}^3$ 最大粒径: $D_{max} = 9.5 \text{ mm}$, 平均粒径 $D_{50} = 0.37 \text{ mm}$, 細粒分含有率: $F_c = 6\%$, 自然含水比: $W_n = 9.2\%$ の細粒分まじり砂)を用いた。改良材は、使用実績の高い高炉セメントB種とした。図1に大型供試体の型枠を示した。供試体の寸法は、縦と横と高さが900, 900, 1100mmの長方形である。周囲には4枚の板で囲った中に改良土を1層10cmごとに所定の密度になるように入念にランマーで突き固めた。上面にシートを被せて屋外に放置することで現場条件に近い状態とした。標準供試体は、地盤工学会基準「安定処理土の突固めによる供試体作成方法(JGS0811-2000)」によるJH試験条件F-2法(モールド内径: 10cmランマー質量: 2.5kg突固め回数3回一回当たりの突固め回数25回)により作製した。標準供試体のモールドは作製直後にはずした。セメント添加率は土の乾燥重量に対して2%と3%の2種類とした。これは、セメント添加率3%の場合に概ね28日後の一軸圧縮強さが $1,000 \text{ kN/m}^2$ となるよう貧配合とした。土の一軸圧縮強さは、日本工業規格「土の一軸圧縮試験方法(JIS A 1216)」により軸ひずみ速度 $1.0\%/\text{min}$ で行った。なお、大型供試体はチェンソーによってブロックサンプリングしたのち $\phi 100 \text{ mm} \times 127 \text{ mm}$ に整形した。

3. 配合設計と結果： 本試験に先立ち、配合設計を行った。供試体の作製と試験は、先に示した本試験と同じ条件とし標準供試体による空気養生で行った。図2にセメント添加率の違いによるセメント安定処理土の最適含水比と最大乾燥密度の関係を示した。土単体では最適含水比 $W_{opt} = 16\%$ である。一方、セメント安定処理土の供試

表1 養生の条件と養生期間

供試体	養生条件	養生期間
標準供試体	暴露養生	7日, 28日, 1年, 3年
標準供試体	空气中養生	7日, 28日, 1年, 3年
大型供試体	屋外養生	7日, 28日, 1年, 3年

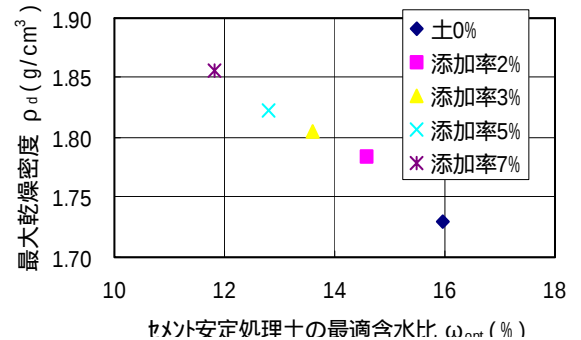


図2 安定処理土の最大乾燥密度と最適含水比の関係

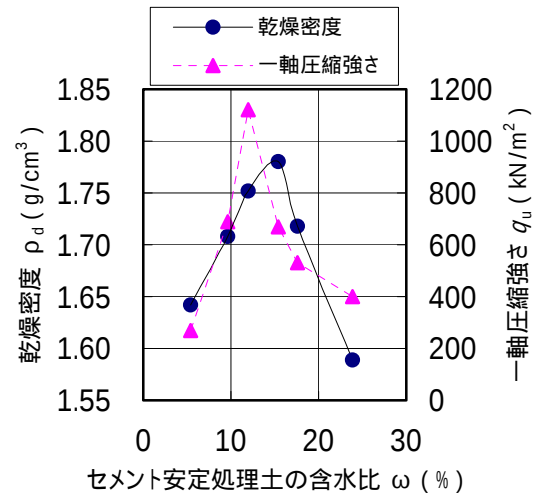


図3 安定処理土の含水比と一軸圧縮強さの関係（添加率2%）

表2 大型供試体の配合

材料	一層10cm当り(0.081m³)の配合量	
	添加率2%	添加率3%
土の乾燥質量Ws	137.8kg	137.3kg
水の質量Ww	22.5kg	22.6kg
セメントの質量Wc	2.8kg	4.1kg

キーワード: セメント安定処理土 一軸圧縮強さ 含水比

〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 0427-91-1621

体作製直後の最適含水比は、セメント添加率 2%では $W_{opt}=14.6\%$ と、セメント添加率が多いほど小さくなり、最大乾燥密度は逆に大きくなる。図 3 は、セメント添加率 2%の供試体作製直後の含水比と乾燥密度の関係と供試体作製から 28 日後の含水比と一軸圧縮強さの関係を示した。セメント安定処理土の一軸圧縮強さは、最適含水比 W_{opt} より若干乾燥側で最も大きくなる。また、同じ乾燥密度で最適含水比 W_{opt} の乾燥側と湿潤側を比較すると、乾燥密度が 1.66 g/cm^3 以上では乾燥側が大きい。しかし、含水比が 9%から 5%にかけて一軸圧縮強さが急激に低下傾向を示している。そのため一軸圧縮強さは、乾燥密度が 1.66 g/cm^3 より小さくなると最適含水比 W_{opt} より湿潤側が大きくなる。これは、含水比が小さな領域で強度発現に必要な水分の不足が起因したものと考える。そこで本試験のセメント安定処理土の含水比は、セメント安定処理土の最適含水比 W_{opt} を目標とした。その配合を表 2 に示した。

4. 試験の結果： 図 4 に養生日数と一軸圧縮強さおよび含水比の変化との関係を示した。試験結果は、3 つの供試体の平均値をプロットした。標準供試体の暴露養生では、添加率 2%と 3%ともに含水比は養生日数 7 日から 28 日にかけて減少し、一軸圧縮強さも同様に減少に転じ一年後には土砂化していた。これは、暴露条件による風化作用によって含水比の低下が起因と推定する。次に標準供試体の空气中養生の添加率 3%では、養生日数 7 日から 1 年まで含水比の変化はなく、一軸圧縮強さは増加した。ところが養生日数 3 年の含水比は 10%以下と低下し、一軸圧縮強さも低下した。この傾向は、添加率 2%の場合にもみられ、養生日数 1 年から含水比、一軸圧縮強さともに大きく低下した。一方、大型供試体の屋外養生では、添加率 2%,3%ともに、3 年目に含水比が若干低下したが一軸圧縮強さは増加した。なお、添加率 3%の 3 年後の一軸圧縮強さは、28 日強度の 2 倍に増加した。なお、ブロックサンプリングした採取位置は全て大型供試体の端部から 30cm 以内を切り出したものである。周辺を板による養生によって含水比の低下を防ぎ、強度増加したと推察する。また、標準供試体の空气中養生と大型供試体の屋外養生の 28 日の一軸圧縮試験を比較すると、添加率 2%,3%ともに空气中養生の方が大きい。これは、試験時期が 4 月であったため、屋外養生の温度が低いためと考える。

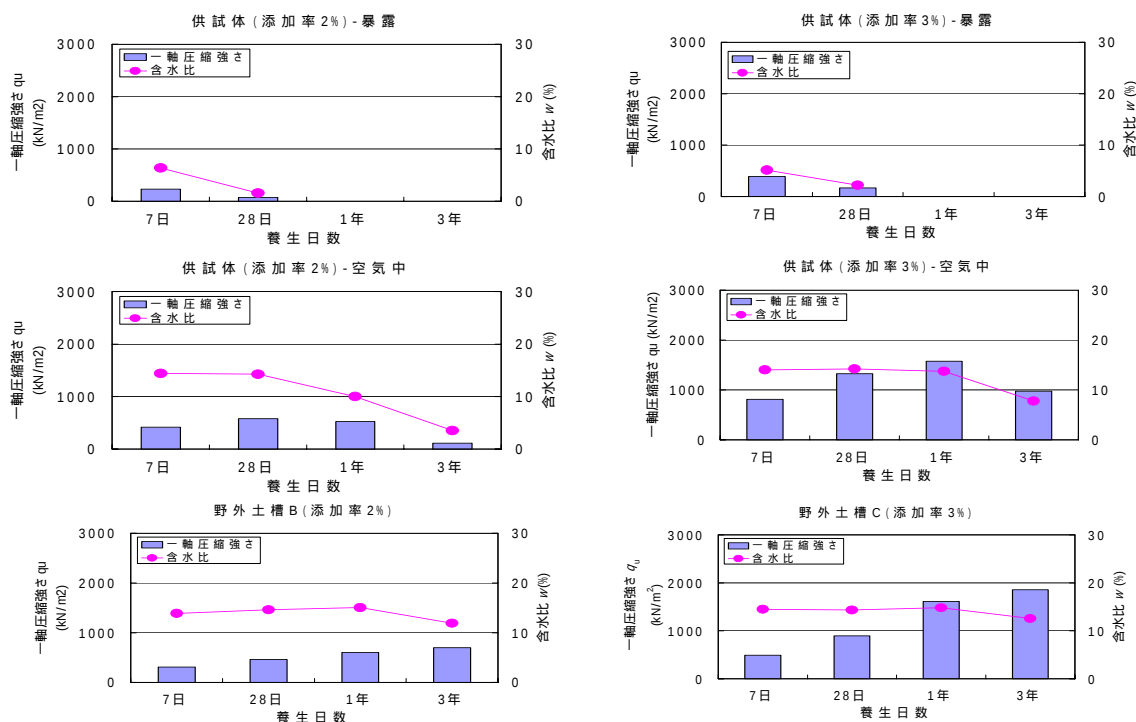


図4 養生日数と一軸圧縮強さおよび含水比の関係

5.まとめ： 砂質系の安定処理土の適切な品質を得るためには、次のことに留意する必要があることがわかった。

安定処理土の配合設計時の含水比は、水和反応や、施工から硬化するまでの蒸発乾燥による含水比の低下を考慮すると、最適含水比 W_{opt} ~ 若干湿潤側を目標とすることが望ましい。セメント安定処理土は、施工中、施工後できるだけ乾燥しないように努め、安定処理土を露出は避け、長期的に乾燥しないように養生が必要である。

謝辞 本試験の実施において助言をいただいた川崎地質(株)三嶋信雄氏、益村測量設計(株)益村公人氏ならびに小林一氏に感謝の意を表します。

参考文献 1)川井田実他 トンネル工法カルバートの設計と施工,土と基礎,VOL43,No7,pp25-27,1995