

III-503 流動床灰によるベントナイト廃泥水の固化処理

京都大学防災研究所 正会員 嘉門雅史
 京都大学防災研究所 正会員 勝見 武
 京都大学大学院 学生会員 〇今西秀公

1. 目的

本研究は、地下連続壁工事や場所打ち杭工事で発生するベントナイト廃泥水を、炭酸アルミネート系塩材料を混合した流動床灰（流動床ボイラーから発生する石灰灰の一種）により固化処理し、運搬性・トラフィカビリティーの改善や盛土・路床材への有効利用の可能性を検討したものである。さらに、これまで検討されることの少なかった処理土の解きほぐし・締固め後の強度発現特性についても併せて試験を行っている。以下にその結果を報告する。

2. 試料の性状と試験方法

室内試験に使用したベントナイト泥水（以下泥水）の性状は表1に示す通りである。この泥水に対し質量比で所定の添加率の流動床灰（以下FA）と炭酸アルミネート系塩材料（以下CAS材、表2参照）を添加し、土質工学会基準に基づいて合計15種類の供試体を作成した。供試体は恒温恒湿状態で所定日数養生後、一軸圧縮試験に供した。また、処理土を別の場所で混合・養生してから搬出して利用する場合について、その搬出時期の問題を検討するため、一部の供試体については材令3日・7日で解きほぐし、改めて締固めて所定日数養生し、一軸圧縮試験を行った。

3. 解きほぐさない場合の強度発現特性

泥水-FA-CAS材混合物の一軸圧縮強さを表3に示す。各配合ともに、材令3日から7日にかけての強度の伸びが著しい反面、材令14日以降は強度の伸びが小さい。早期にトラフィカビリティーを確保する必要がある、かつ掘り返しが予想されるような箇所への適用が有効である。

材令7日強度に対すると28日強度の比（ q_{u28}/q_{u7} ）をみると全体的にはFAを多くすると q_{u28}/q_{u7} は小さくなり、CAS材を多くすると逆に q_{u28}/q_{u7} は大きくなる傾向がある。このことから、長期強度抑制のためにはFA添加率を大きくすることが得策と判断できる。

FAとCAS材の効果を比較すると、今回試験を行った範囲の配合では、材令7日においてFAの10%増量が q_u を平均1.66倍にするのに対しCAS材の3%増量は平均1.45倍とほぼ同等であり、CAS材の強度発現に対する効果の大きさが明らかとなった。強度を著しく増加させずに処理土の増量を図るにはFAを多く加えることが有効である。

材令28日でのFA・CAS材増量の q_u に対する影響はそれぞれ

表1. 泥水の性状

比 重	1.059
液性限界 (%)	650
塑性限界 (%)	90
塑性指数 (%)	560
強熱減量 (%)	6.762

表2. CAS材の配合

成分	配合比%	成分	配合比%
セメント	50	$Al_2(SO_4)_3$	6
高炉スラグ	25	Na_2CO_3	2
$Ca(OH)_2$	8	$CaSO_4$	9

表3. 一軸圧縮強さ

添加率・%		一軸圧縮強さ (kgf/cm^2)					q_{u28} q_{u7}
FA	CAS	3日	7日	14日	28日		
40	7	—	0.66	2.03	2.33	3.53	
	10	—	1.03	3.63	4.44	4.31	
	13	0.19	1.45	6.42	7.77	5.36	
50	4	—	0.74	1.75	2.23	3.01	
	7	—	1.14	3.55	3.20	2.81	
	10	0.15	1.79	5.45	6.79	3.79	
60	13	0.30	2.17	9.50	8.72	4.02	
	4	—	1.26	2.58	4.28	3.40	
	7	—	1.98	4.19	6.50	3.28	
70	10	0.28	2.88	6.84	9.98	3.46	
	13	0.41	4.04	11.68	4.09	3.49	
70	4	0.15	2.19	5.03	4.77	2.18	
	7	0.17	3.26	7.35	9.09	2.79	
	10	0.39	4.44	10.00	12.02	2.71	
70	13	0.62	5.91	12.86	17.46	2.95	

表4. 締固め前後の乾燥密度の比較

配合	解きほぐ しの材令	乾燥密度	
		不攪乱	締固め後
FA40%-CAS13%	3日	0.557	0.575
FA40%-CAS13%	7日	0.539	0.554
FA70%-CAS7%	3日	0.662	0.692
FA70%-CAS7%	7日	0.657	0.626

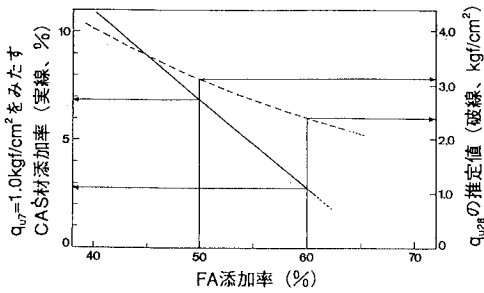


図1. $q_{u7}=1.0\text{kgf/cm}^2$ をみたす配合とその配合における q_{u28} の推定値

れ1.46倍/10%，1.60倍/3%であり，これらを基に，材令7日で 1kgf/cm^2 を満たす配合（推定値）とその配合での q_{u28} の推定値を示したのが図1である．これより，強度の早期発現と長期強度の抑制という2つの目標を達成するにはF A添加率50%以上，C A S材添加率7%以下が一つの目安と考えられる．

図2は供試体の乾燥密度と一軸圧縮強さの関係を示している．F A添加率が同じ場合に限りて γ_d が大きいほど q_u は大きくなっており，F A増量による密度の増大は強度との関連性が薄い．

4. 解きほぐした試料の強度発現特性

q_{u28}/q_{u7} が最大と最小であった2種類の配合（F A 40% - C A S材13%，F A 70% - C A S材4%）について，解きほぐした試料の強度の経時変化を示したのが図3，図4である．どちらの配合でも，材令3日で解きほぐした場合に不攪乱試料とほぼ同等の強度を得ている．

表4は不攪乱の場合と解きほぐし・締固め直後の乾燥密度を比較したものである．これによると，概ね締固め後の方が γ_d が大きくなっている．しかし材令7日ではむしろ締固め直後の方が強度が低下していることを考えあわせると，固化反応は材令7日までにほぼ終了しているものと考えられ，これ以降での解きほぐしは密度を増加させても固化反応を分断するといえる．これらの結果から，処理土を搬出して利用する場合は，混合後3日以内であれば強度を損なうことはないものと判断できる．

またこれらのデータを，処理土が工事用車両等によって部分的な破碎・損傷を生じた場合の強度特性と考えれば，材令3日以内における損傷は問題にはならず，材令7日程度でも強度の著しい低下はなくその後の再生も期待できるものと判断される．

5. おわりに

今回の実験によってベントナイト廃泥水のF AとC A S材による処理は有効であるとの感触が得られた．今後は，固化反応機構の把握，安定性の検討を主眼に研究を継続する予定である．

（参考文献）日本道路公団試験所：路床材の問題点と安定処理効果（その2），試験所技術資料，1978．

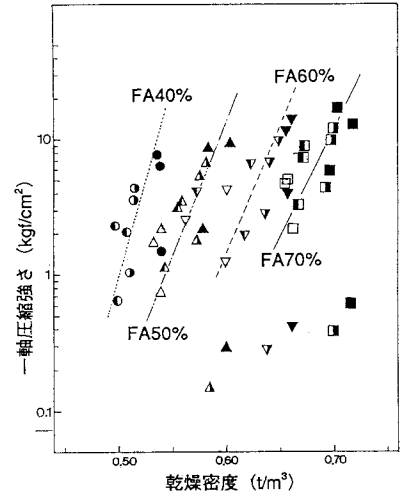


図2. 一軸圧縮強さと乾燥密度の関係

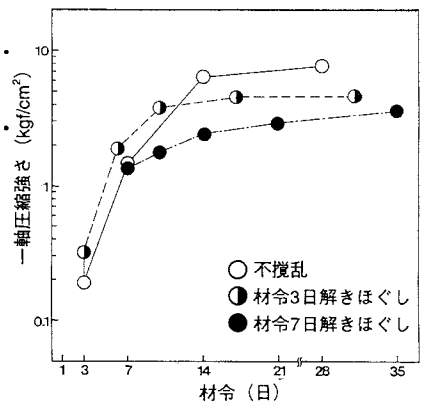


図3. 解きほぐし試料の強度の経時変化（FA40%-CAS材13%）

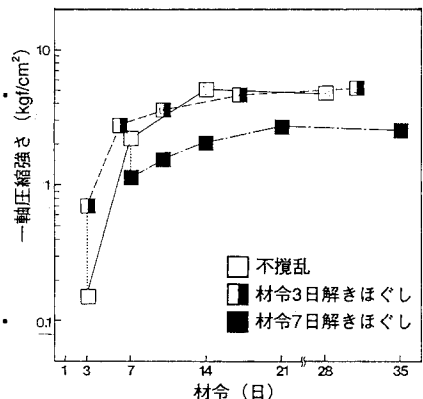


図4. 解きほぐし試料の強度の経時変化（FA70%-CAS材4%）