

VI-315

建設泥土の物理・化学分析結果について

中央大学 正会員 久野 悟郎 (株)大林組 正会員 川地 武
 (社)日建経中技研 正会員 岩淵常太郎 大都工業(株) 正会員○島田 伊浩
 (株)アイエス・エンジニアリング 正会員 横山 昌寛

1. はじめに 建設事業の増大と共にリバース杭、地下連続壁、シールド工事等の現場から建設泥土が多量に発生している。建設泥土は廃棄物として扱われ、その発生量は平成5年度の建設省による全国統計で1500万t、建設廃棄物全体の20%を占める。建設泥土の処理対策は最終処分場の絶対量の不足から、最近では適切で経済的なリサイクル技術の開発へその重心を移行させつつある。しかし現状での再利用率は2%と他の廃棄物に比べて非常に少ない。

そこで建設泥土の再生利用を図るため、建設泥土を焼成して人工軽量骨材を製造する研究を実施した。ここでは研究成果の一部として建設泥土の物理的及び化学的分析をおこなった結果について報告する。

2. 建設泥土の物理性状 今回の試料として13現場からサンプリングをおこないその組成を調査した。試料概要を表-1に示す。この表によると現場で発生している泥土・泥水は、対象とする地盤の土の種類また工種が異なっても、実際はベントナイト泥水が多用されていることが分かる。また搬入時の状態を含水比で見ると2ケースが60%前後で軟らかいペースト状、他は100%以上のスラリー状であった。

現場から採取された泥水について、土粒子密度、泥水比重、泥水含水比、粒度、コンシステンシー試験を実施し物理性状を分析した。結果を表-2に示す。土粒子の密度は2.56~2.68の範囲であり、通常いわれている土粒子の密度(2.65前後)に近似する。泥水の粒度分布は、いずれも砂分が少なく、90%以上が粘土、シルトである。自然含水比は各試料まちまちであるが、地中連続壁工法の3ケースが400~600%であり、これを濃度で表示すると14.2%~20.0%となる。

結果から泥水比重、三角座標分類、塑性図を作成し図-1~3に示した。現場から搬出される泥水比重は、B、E、F以外は1.31~1.24の比較的狭い範囲となった。三角座標上の分類では、7ケースが粘土(粘土がシルトの2倍量程度)に分布する。コンシステンシーは液性限界、塑性指数とも高く、塑性図状ではA線の上にプロットされ、土質工学的にはCHに分類される。

表-1 試料採取現場の概要

記号	現場所在地	工 種	土 質 概 要	使用材料など
A	東京都	連続地中壁	砂れき	ボリマ、ベントナイト
B	東京都	連続地中壁	細砂、砂質粘土、シルト	ボリマ、ベントナイト
C	横浜市	連続地中壁(掘)	埋土、沖積粘土、土丹	安定液をセメントスラリー置換
D	横浜市	連続地中壁	埋土、沖積粘土、土丹	ボリマ、ベントナイト分散剤
E	大阪市	連続地中壁	沖積砂、シルト	ボリマ、ベントナイト
F	東京都	土圧シールド	シルト	
G	東京都	7-ストマシン杭		ベントナイト
H	中間処理		混合物	脱水処理プラント排出物
I	大阪市	連続地中壁	沖積シルト、砂	ボリマ、ベントナイト
J	東京都	連続地中壁	沖積シルト、砂れき	ボリマ、ベントナイト
K	東京都	B目杭		ベントナイト
M	東京都	7-ストマシン杭	埋土、沖積粘土、砂	
N	大阪市	土圧シールド	沖積粘性土	高分子剤

表-2 泥土の物理性状

試料	土粒子密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)	粒 度 分 布 (%)			コンシステンシー (%)			
			砂	シルト	粘土	液性限界	塑性限界	収縮限界	塑性指数
A	2.67	594.4	12	12	76	119.0	28.4	28.6	90.6
B	2.68	61.5	8	65	27	36.4	25.5	26.4	10.9
C	2.62	415.4	2	37	61	128.9	39.4	50.8	89.5
D	2.66	455.5	5	33	62	117.3	28.5	37.5	88.8
D'	2.59	254.8	0	5	95	204.8	47.7	---	160.1
E	2.65	1011.1	---	---	---	236.9	54.7	45.1	182.2
F	2.66	56.9	9	56	35	44.4	23.1	29.7	21.3
G	2.85	113.6	1	38	61	87.8	29.7	32.6	58.1
H	2.60	102.0	3	45	52	110.6	54.3	46.8	56.3
J	2.67	285.0	4	40	56	83.4	32.4	---	51.0

図-1 泥水比重

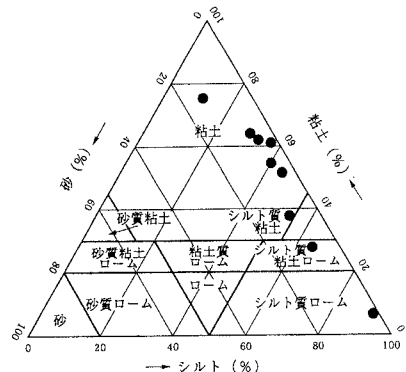


図-2 三角座標分類

3. 建設泥土の化学組成 採取した泥土を乾燥、粉碎し、蛍光X線分析により元素組成を調査した。調査に先立ち湿式分析との比較を行ったが、ほとんど差異がみられないため、簡便に測定できる蛍光X線法を採用した。その結果を表-4に示す。泥土の70%前後がシリカ(SiO_2)と酸化アルミ(Al_2O_3)であり、その他が強熱減量成分やCaO、Mg、 SO_3 、などである。そこで、シリカ、アルミ、その他の成分による三角座標に分析値をプロットした。結果を図-4に示す。ほとんどが狭い範囲にプロットされ泥土が成分的には近似する事を示している。ただし、Eは他から離れた位置に分布するが、これは、コンクリート成分であるCaOが異常に多いだけでなく、リンや硫黄も多い。なお、図には、頁岩から人工軽量骨材を焼成する際の適正な成分組成範囲を示したが、今回の試料の大半がこの範囲を満足した。

また同一の現場でも採取時期や採取場所によって、成分変動があり、コンクリート打設の最後近くに採取した試料が他と大きく離れた点に分布する。この試料もセメント由来のCaOが多く、これが三角形座標の位置をずらす原因となる。その他の成分に関していずれの試料でも多いのは強熱減量成分であり、主として有機物と粘土鉱物由来の結晶水、炭酸カルシウム由来の炭酸ガスによる。したがって掘削場所、使用材料、セメント混入の有無などによりその他の成分は変動する。

一方、鉄分(Fe_2O_3)も比較的多く3~7%、カルシウム(CaO)は現場により、採取時期により大幅に異なり今回の調査では1.5~18.0%の範囲であった。大阪の地下連続壁の現場では硫黄の含有率が他の試料の5~10倍と高い。海成粘土層の掘削による土から供給されたものと思われるが特異である。 SO_3 や塩素は前処理の脱水過程でかなりの部分が除去されるが泥土を焼成する際にガス化するため、その含有程度が排ガス設備の規模に影響すると思われる。

表-4 泥土の化学分析結果（蛍光X線法による）

	A	B	C	D	D ₂	E	E ₂	F	G	H	I	J	K	M	N
強熱減量(%)	9.80	4.69	10.27	8.12	11.05	13.31	17.60	5.58	8.97	9.62	14.59	7.20	5.65	5.20	4.36
SiO_2	53.42	62.43	52.33	56.39	53.55	37.97	34.06	60.99	55.78	54.74	48.06	58.61	63.76	63.50	76.50
Al_2O_3	19.70	17.99	15.57	16.55	15.93	16.72	11.11	17.78	19.68	16.78	19.80	19.05	16.99	16.95	16.8
Fe_2O_3	7.97	5.73	5.92	6.34	6.69	4.84	3.77	6.09	6.65	6.07	3.69	5.04	6.48	6.29	2.93
MnO	0.16	0.07	0.01	0.08	0.12	0.07	0.10	0.12	0.11	0.12	0.07	0.07	---	---	0.04
MgO	2.49	1.88	2.50	2.94	2.10	1.48	1.08	2.29	2.27	2.14	2.55	2.49	---	---	1.54
CaO	2.63	3.14	7.69	4.23	5.33	6.27	17.91	2.93	2.28	5.83	7.45	3.80	2.67	2.58	1.61
TiO_2	0.75	0.70	0.68	0.70	0.70	0.54	0.44	0.76	0.82	1.63	0.41	0.43	---	---	0.35
Na_2O	0.38	0.53	0.56	0.54	0.49	1.59	1.48	0.43	0.42	0.40	0.42	0.43	---	---	0.56
K_2O	1.59	1.78	2.18	2.06	1.99	1.44	1.46	1.83	1.60	1.60	2.40	1.69	---	---	trace
P_2O_5	0.60	0.14	0.14	0.17	0.51	9.19	2.57	0.22	0.24	0.23	1.03	0.43	---	---	0.25
SO_3	0.38	0.69	0.68	1.56	1.92	6.45	10.60	0.68	0.98	1.60	2.89	1.09	1.36	1.71	0.71
Cl	trace	trace	0.11	0.05	0.45	trace	0.19	---	---	trace	1.30	0.02	0.59	0.65	trace

いずれも105℃乾燥物に対する%

4. おわりに 建設で発生する泥土から軽量骨材を製造するため、泥土の発生状況を調査し、泥土のうち、地下連続壁工法やシールド工法で発生する泥土の物理、化学性状を調査した。その結果、受け入れ管理さえ行えば建設泥土が軽量骨材の原料として十分な性能を有することを確認した。

最後に、本研究は（社）日本建設業経営協会中央技術研究所に設置された建設泥土・新人工軽量骨材研究会の研究成果の一部である。研究会に参加された多くの技術者及び指導・助言を頂いた学識委員の方々にこの場を借りて謝辞を申し上げます。

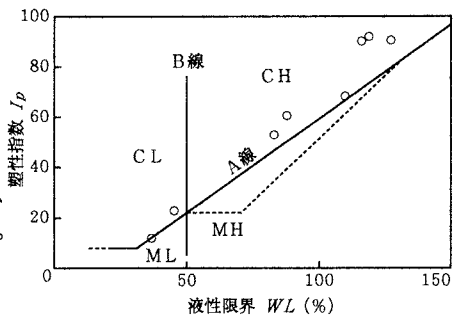


図-3 塑性図上の泥土の位置

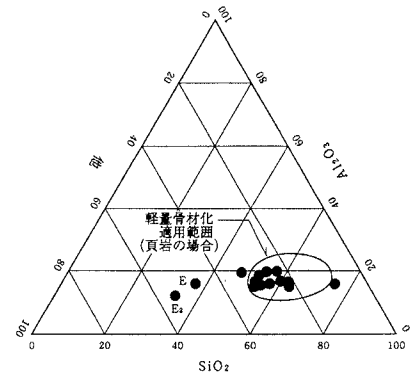


図-4 泥土の化学組成の範囲