

セメント系固化材による高含水比泥土の処理について

京都大学工学部 嘉門雅史
 京都大学大学院 勝見 武
 同 上 ○今西秀公

1. まえがき

近年は、土木工事ににおいても環境問題が重要視されるようになってきており、低振動・低騒音の泥水工法の採用が増加している。これに伴い泥水の使用量も増大しているが、劣化した泥水の処理が急務となっている。一方、都市部での河川整備事業では底質の軟弱なヘドロの取扱いが問題となっている。本研究では、これらの高含水比泥土について、泥水は土木資材としての再生、ヘドロは原位置での固化を目的にそれぞれ数種類のセメント系固化材によって処理し、その改良効果を比較検討した。

2. 試料および実験方法

本研究で用いた試料は、泥水工法の際安定液として使用されるベントナイト泥水および大阪市内都市河川の底質ヘドロの2種類である。表1に泥水の配合および性質、ヘドロの性質を示す。これらの試料に、表2に示す固化材を添加し混合ののち恒温恒湿室で養生し、材令7, 14, 28日に一軸圧縮試験を行った。固化材の添加率(量)は、ベントナイト泥水については粉体添加で10%, 20%, 30%(質量%)の3種類、ヘドロについてはスラリー添加で180kg/m³, 220kg/m³, 260kg/m³, 300kg/m³の4種類を設定した。

3. 結果と考察

泥水は、裏込め材や埋戻し材など、発生した原位置での土木資材としての再生を考慮し、目標強度を1kgf/cm²とした。

図1は泥水に固化材を30%添加した場合の一軸圧縮強さの経時変化を表したものである。セメント配合比85%の固化材51の系列の一軸圧縮強さが配合比60~75%の固化材に比べて全体的に大きくなっている。このことから、泥水の固化を左右する最大の要因は固化材中のセメント配合比であると考えられる。

図2は固化材51の系列だけで比較したものであるが、固化材中の石灰の配合比が2%以下で硫酸バンドの比率が高い51-b, 51-c, 51-eでは材令14日までに目標強度1kgf/cm²に達しているのに対し、石灰配合比5%の51-a, 51-dでは51-aが材令28日ようやく1kgf/cm²に達したのみであった。

ヘドロの固化については、浅層混合処理の基本である初期強度の早期発現と長期強度の抑制という観点から、材令7日で1kgf/cm²以上、28日で3kgf/cm²以下という目標強度を設定した。図3、図4は固化材HCLおよびHCS1について、添加量と一軸圧縮強さの関係を表したものである。セラメントを配合したHCLでは初期強度はそれほど大きくはないが長期強度の伸びが著しく、300kg/m³添加の場合材令28日で10kgf/cm²を超過する。一方、

表1 試料諸元

	ベントナイト泥水	ヘドロ
含水比(%)	1083	430.3
湿潤密度	1.059	1.105
塑性限界(%)	650	76.2
液性限界(%)	90	215.5
粒度分布(%)	砂分	1.5
	シルト分	62.4
	粘土分	36.0
強熱減量(%)	6.76	24.11
その他	主な化学成分 SiO ₂ Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ Na ₂ O	主な化学成分 SiO ₂ Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ CaO
	1%中の配合(g)	有害物質
	ベントナイト 75.00	鉛、砒素
	テトラロー 5.00	悪臭物質
	テトラロー*** 0.75	硫化水素、
	シールー*** 0.75	アンモニア

* 分散剤
 ** 脱水減少剤かつ増粘剤
 *** 増粘剤

表2 セメント系固化材の配合

略号	CaO	セメント	硫酸バンド	7-9灰	セメント	SA77***
泥	51-a	5	85	6	4	-
	51-b	2	85	9	4	-
	51-c	2	85	12	1	-
	51-d	5	85	9	1	-
水	51-e	-	85	15	-	-
	75-c	2	75	22	1	-
	60-a	5	60	31	4	-
	60-e	-	60	40	-	-
ド	HC	-	100	-	-	-
	HCL	-	80	-	20	-
	HCS1	-	95	-	-	5

単位は質量%。
 * ステンレススチールスラグ

Masashi KAMON, Takeshi KATSUMI, Hidekimi IMANISHI

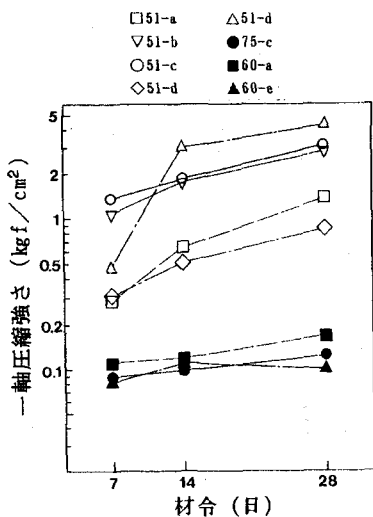


図1 泥水／一軸圧縮強さの経時変化 (添加率30%)

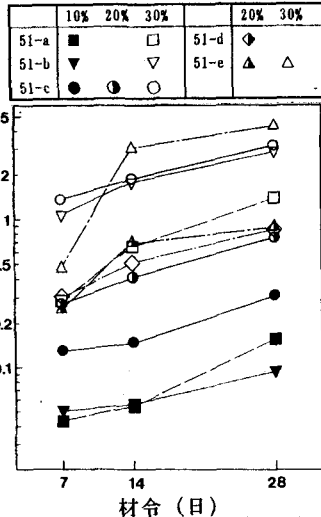


図2 泥水／一軸圧縮強さの経時変化 (固化材51系列)

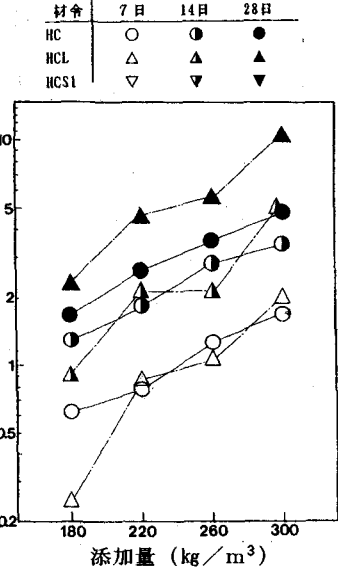


図3 ヘドロ／一軸圧縮強さと添加量 (固化材HCL)

ステンレススチールスラグを配合したHCS1の場合は初期強度の発現も順調で、かつ長期強度も抑制されている。特に260kg/m³の添加の場合は材令7日、28日とも目標強度を満足しており、浅層混合処理の固化材として非常に有効であることがわかった。この点については、ステンレススチールスラグには長期強度の発現の主たる要因であるCSAH系生成物の生成に必要なアルミン酸三石灰が少ないことが関係しているものと思われる。

またこのヘドロには鉛をはじめとする有害物質が多く含有されており、その封じ込めも改良目標の一つである。表3は安定処理されたヘドロの鉛の溶出量を表したものである。これによれば、封じ込め特性は添加量とは直接の関係はなく、固化材の種類によるものと考えられる。また材令とともに溶出量は減少しており、セメント水和物の生成との関連が予想される。固化材別では、HCLの封じ込め特性が優れており、HCS1もHCLには及ばないものの、かなり封じ込めが行われていることがわかった。強度的な面を含めるとHCS1が最も有効な固化材であるとの結論を得た。

4. あとがき

上述のように、ベントナイト泥水やヘドロといった高含水比土の処理にはセメント系固化材が有効で、セメントを主体に泥水には硫酸バンド、ヘドロにはステンレススチールスラグの配合が有効であるとの結論に達した。しかしセメントによるアルカリ二次公害の問題が残されており、今後さらに研究の必要があると思われる。

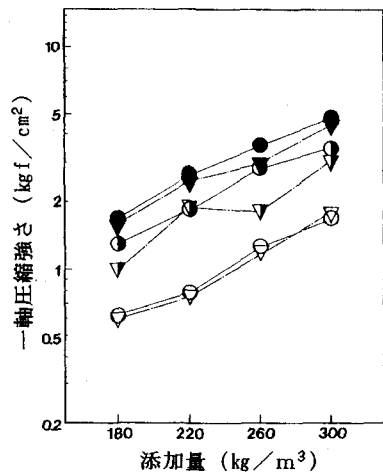


図4 ヘドロ／一軸圧縮強さと添加量 (固化材HCS1)

表3 溶出試験

固化材	添加量 kg/m³	鉛溶出量：単位ppm	
		材令7日	材令28日
(原汚泥 0.26)			
HCL	180	0.19	0.05
	220	0.09	0.08
	260	0.14	0.05
	300	0.14	0.21
HCS1	180	0.15	0.10
	220	0	0.02
	260	0	0.01
	300	0.01	0.01
HCS1	180	0.82	0.03
	220	0.09	0.16
	260	0.05	0.07
	300	0	0.04