

Ⅲ－11 浄水汚泥脱水ケーキの地盤材料としての研究

日本大学大学院工学研究科 学生会員 ○會津 大三
日本大学工学部 正会員 古河 幸雄

1. はじめに

水利用の増加や水質の悪化等に伴う浄水場への負荷が多くなり、浄水汚泥の排出量は年々増加の一途をたどっている。浄水汚泥の一部は栽培土やセメント原料、グラウンド用土として有効利用されているが、多くは埋め立て処理されているのが現状である。そこで浄水汚泥に改良を加え地盤材料として有効利用できないかと考え、CBR 試験を中心に実験を行った。

2. 試料条件

(1) 試料の調整および保管

試料は、郡山市水道局豊田浄水場の浄水汚泥である。浄水場で脱水され板状になった浄水汚泥を砕いて 9.5mm ふりを通過させ、含水比が変化しないようにポリ袋で密封し保存した。

(2) 試料性質

表-1 は試料の性質であり、浄水汚泥は、高含水比、低密度、高有機質土である。また塑性図に表すとMH(シルト質高液性限界)に分類される。まさ土は浄水汚泥と比較すると、含水比は約 1/14 と低く、有機質分が少ない。

図-1 は、浄水汚泥とまさ土の粒径加積曲線である。浄水汚泥は最大粒径が 0.425mm 程度で、大半はシルト以下の粒径である。同様にまさ土は最大粒径が 9.5mm で 0.425mm 以下の粒径は 30% 程度であった。

(3) 試料作製

表-2 は、試料作製条件である。浄水汚泥に、まさ土、改良材を加えた時の混合率、添加率は質量比により以下の式で求めた。

$$\text{まさ土の混合率 (\%)} = \frac{\text{湿潤まさ土}}{\text{湿潤浄水汚泥} + \text{湿潤まさ土}} \times 100$$

$$\text{改良材の添加率 (\%)} = \frac{\text{改良材}}{\text{乾燥試料}^{※}} \times 100$$

※) 乾燥試料 (g) = 浄水汚泥の乾燥質量 + まさ土の乾燥質量

表-1 試料の物理的性質

	浄水汚泥	まさ土		浄水汚泥	まさ土
	豊田	谷田川		豊田	谷田川
含水比 (%)	185.00	12.5	液性限界 (%)	310.0	
湿潤密度 (g/cm ³)	1.129	—	塑性限界 (%)	196.5	NP
乾燥密度 (g/cm ³)	0.367	—	塑性指数 (%)	113.5	
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.356	2.714	強熱減量 (%)	24.464	3.35

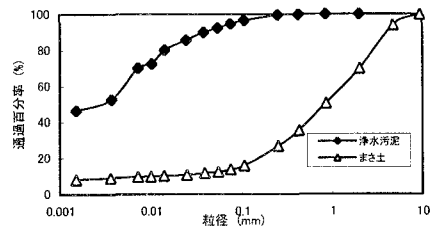


図-1 粒径加積曲線

表-2 試料作製条件

	まさ土の混合率 (%)	浄水汚泥 (g)	まさ土 (g)	添加率 (%)	普水 [※] (g)	添加率 (%)	生石灰 (g)
浄水汚泥 (豊田)	0	4000	0	0	—	0	—
				5	70.2	5	70.2
				10	140.4	10	140.4
				15	210.5	15	210.5
				20	280.7	20	280.7
	30	4000	1579	0	—	0	—
				5	140.4	5	140.4
				10	280.7	10	280.7
				15	421.1	15	421.1
				20	561.4	20	561.4
	45	3000	2368.5	0	—	0	—
				5	157.9	5	157.9
				10	315.8	10	315.8
				15	473.7	15	473.7
				20	631.6	20	631.6
	60	2000	3157.9	0	—	0	—
				5	175.4	5	175.4
				10	350.9	10	350.9
				15	526.3	15	526.3
				20	701.1	20	701.1
	75	1500	4736.8	0	—	0	—
				5	236.8	5	236.8
				10	473.7	10	473.7
				15	710.5	15	710.5
				20	947.4	20	947.4

※) 普水: 普通ポルトランドセメント

表-3 実験項目および方法

試験名	浄水汚泥	まさ土の混合率 (%)	改良材の添加率 (%)	締固め回数 (回)	水浸日数 (日)	締固め層数 (層)
締固め回数を変化させたときの CBR 試験	○	—	—	17, 42, 67, 92	4	3
設計 CBR 試験	○	—	—	67	4	3
	○	30, 45, 60, 75	—			
	○	30, 45, 60, 75	普水 [※] 10			
	○	30, 45, 60, 75	生石灰 10			
まさ土の混合率と改良材の添加率を変化させた設計 CBR 試験	○	30, 45, 60, 75	普水 [※] 0.5, 10, 15, 20	67	4	3
	○	30, 45, 60, 75	生石灰 0.5, 10, 15			

※) 普水: 普通ポルトランドセメント
締固め条件: 15cm モールド、4.5kg ランマー、落下高さ 45cm

(4) 実験方法

表-3 は、実験項目である。実験は地盤材料としての改良効果を判定するため、浄水汚泥とまさ土を混合した試料に改良材を添加して、設計 CBR 試験を行った。全ての試験において 4 日水浸後、貫入試験を行った。

3. 試験結果および考察

図-2 は、締固め回数と CBR の関係である。浄水汚泥の CBR は約 3~6% の範囲にあり、締固め回数が増加しても CBR に顕著な変化は見られない。このままでは CBR が小さいので地盤材料として用いるには不適当である。そこで図-3 では、浄水汚泥にまさ土を混合しただけの試料と、それに改良材 10% 添加した試料を用い、改良効果について検討した。浄水汚泥にまさ土を混合しただけの試料では、まさ土の混合率を増加させても、浄水汚泥のみの試料に比べ CBR の改善はあまり認められない。一方、浄水汚泥にまさ土を混合した試料に改良材を 10% 添加した試料では、まさ土の混合率が高くなるほど CBR も増加している。そこで、図-4、図-5 では、普通ポルトランドセメントおよび生石灰の添加率とまさ土の混合率を変化させた試料の改良効果を検討した。両試料ともに改良材の添加率、まさ土の混合率が高くなると CBR は大きくなる。生石灰を添加した試料では、添加率 10% で CBR はピークを迎え以降の添加率では CBR が減少もしくは横這いとなる。まさ土の混合率が低い試料は、生石灰を添加した方が改良効果は高い。一方、まさ土の混合率の高い試料では、普通ポルトランドセメント添加した方が改良効果は高い。道路の路床部で用いられる試料は、設計 CBR で 10% 程度必要であり、それを満足する改良効果が得られることが分かった。

4. まとめ

本研究では、浄水汚泥を有効利用するために、地盤材料としての活用を考え、まさ土、改良材を用いて強度増加を目的に実験を行った。浄水汚泥にまさ土を混合した試料では、改良効果は認められない。しかし、その試料に改良材を添加すると、改良効果が認められ、まさ土の混合率が 45% 以上で改良材の添加率が 10% 以上であれば CBR が 10~20% に改良できることが分かり、道路の路床部

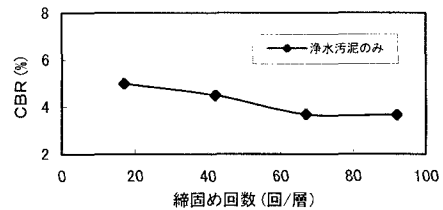


図-2 締固め回数とCBRの関係

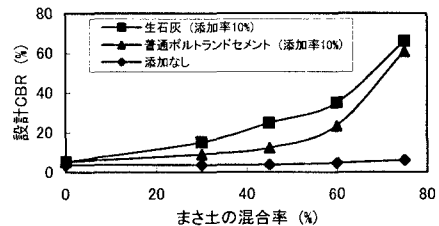


図-3 改良材の添加とCBRの関係

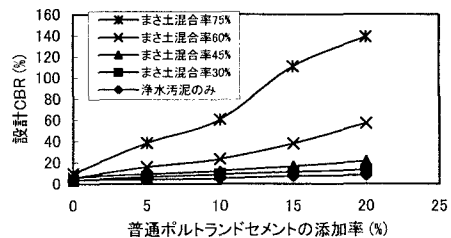


図-4 まさ土と普通ポルトランドによる改良効果

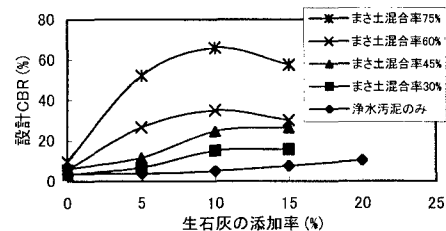


図-5 まさ土と生石灰による改良効果

に利用できる強度を得られることが分かった。また、まさ土の添加率の低い試料は生石灰を添加した方が改良効果が大きく、まさ土の添加率が高い試料は普通ポルトランドセメントを添加した方が改良効果が高いことが分かった。

5. 謝辞

本研究は、文部科学省学術フロンティア推進事業 (日本大学工学部) : 研究課題「中山間地及び地方都市における環境共生とそれを支える情報通信技術に関する研究 (研究代表: 小野沢元久)」の一環として実施したものである。