

## 低盛土覆土材への浚渫土砂の適用性に関する検討

ハザマ 正会員 ○山田淳夫  
 日本原子力発電(株) 正会員 中房 悟  
 ハザマ 正会員 雨宮 清、中島 聡  
 立命館大学 正会員 建山和由

### 1. 目的

細粒分を多く含む浚渫土の有効利用のアイデアの1つとして、処分場などの低盛土の覆土材に活用することを検討している。覆土造成時の設計条件として、ある程度の強度(斜面安定)、遮水性(現地盤よりも低い透水性)、自重沈下量が少ないこと(跡地利用できる)が求められているが、浚渫土をそのまま適用しただけではこの条件を満たすことは難しいので、砂質土(浚渫した砂)と混合することにより含水比調整及び強度増加を図り覆土材へ適用できる仕様にすることを目標とした。

表-1 浚渫土の基本物性

	浚渫土砂1	浚渫土砂2
細粒分含有率 $F_c(\%)$	54.0	9.8
含水比 $w(\%)$	41.4	14.2
土粒子密度 $G_s$	2.666	2.663
液性限界 $w_L(\%)$	50.5	NP
塑性限界 $w_P(\%)$	34.1	NP
塑性指数 $IP$	16.4	NP
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$	1.430	1.420
最適含水比 $w_{opt}(\%)$	27.4	19.3
$D_c95\%$ 乾燥密度 $0.95\rho_{dmax}$	1.359	1.349
乾燥側 $D_c95\%$ 含水比 $w_{d95}(\%)$	11.1	-
湿潤側 $D_c95\%$ 含水比 $w_{w95}(\%)$	33.4	29.5
$D_c90\%$ 乾燥密度 $0.90\rho_{dmax}$	1.287	1.278
乾燥側 $D_c90\%$ 含水比 $w_{d90}(\%)$	-	-
湿潤側 $D_c90\%$ 含水比 $w_{w90}(\%)$	38.2	34.5

NP: Non Plastic

### 2. 試験概要

設計条件を満たす覆土造成時の締固め施工管理基準を確定するために、締固め度  $D_c$ 値=90~95%で造成することを想定し、かつ混合土の含水比をパラメーターとして締固めた土の工学特性を調べた。覆土材への適用を考慮すると、混合率もパラメーターとなるため、表-1に示した浚渫土砂1(細粒分が多い土砂)と浚渫土砂2(砂分が多い土砂)を5:5、6:4、7:3で混合して検討を進めた。今回の報告は、このうち6:4で行った試験について報告する。この混合土について、1. 締固め特性、2. 一軸圧縮試験、3. 透水試験、4. 一面せん断試験、5. 圧密試験を行った。

3. 透水試験は変水位試験、4. 一面せん断試験はUU条件で試験を行った。なお、表-1中の $D_c$ は締固め度を、 $w_{opt}$ は最適含水比を、 $w_d$ は締固め特性曲線上で、その締固め度の密度の時の乾燥側の含水比を、 $w_w$ は湿潤側の含水比を示す。

### 3. 試験結果

#### 1. 締固め特性

突固めによる締固め試験を行い、締固め特性曲線を得た。試験はA法(非繰返し法)で行った。図-1の最上段に締固め特性曲線を示す。横軸の含水比は最下段の透水係数と含水比の関係をプロットしたグラフと共通であり、含水比は $w=0\sim40\%$ の範囲である。グラフ中の①~⑥は、締固め度とその時の含水比の組み合わせであり、それぞれの乾燥密度・含水比の関係を表-2にまとめる。以下の力学・透水の各試験においても、乾燥密度と含水比はこれらの値とした。

#### 2. 一軸圧縮試験

$\phi 5\text{cm}\times h10\text{cm}$ の供試体を5層で締固めて作製し、一軸圧縮試験を行った。図-1中段に一軸圧縮強度と含水比の関係を示す。横軸の含水比は最下段の透水係数と含水比の関係をプロットしたグラフと共通である。

一軸圧縮強度は締固め度が大きいほど、また、含水比が小さいほど強度が大きい結果となった。試験結果の一覧

キーワード 低盛土, 浚渫土砂, 力学特性, 遮水性, 混合土

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 ハザマ技術研究所 TEL:029-858-8810 FAX:029-858-8829

表-2 締固め度による乾燥密度と含水比の設定値

		$\rho_d$	$w$
		$\text{Mg/m}^3$	$\%$
①	$\rho_{dmax}/w_{opt}$	1.46	24.0
②	$0.95\rho_d/w_{opt}$	1.39	24.0
③	$0.90\rho_d/w_{opt}$	1.32	24.0
④	$0.95\rho_d/w_{w95}$	1.39	32.0
⑤	$0.90\rho_d/w_{w95}$	1.32	32.0
⑥	$0.90\rho_d/w_{w90}$	1.32	35.7

表-3 一軸圧縮強度・透水試験・一面せん断試験結果

試験名	一軸圧縮試験		透水試験		一面せん断試験	
	$q_u$		$k_{15}$		$\phi$	$c$
	$\text{kPa}$		$\text{m/s}$		$\text{deg}$	$\text{kPa}$
① $\rho_{dmax}/w_{opt}$	94.8		5.58E-08		46.2	93.8
② $0.95\rho_d/w_{opt}$	45.6		4.77E-06		43.5	74.5
③ $0.90\rho_d/w_{opt}$	23.8		2.47E-05		39.7	73.1
④ $0.95\rho_d/w_{w95}$	30.2		3.65E-09		36.6	81.1
⑤ $0.90\rho_d/w_{w95}$	16.7		4.42E-07		34.2	62.3
⑥ $0.90\rho_d/w_{w90}$	16.3		7.12E-09		30.9	52.7

表を表-3に示す。締固め度 90%の時の強度は 20kPa 程度と小さい。

3. 透水試験

図-1 下段に透水試験結果を示す。また、表-3に試験結果の一覧を示す。締固め度が大きくなると、また、含水比が大きくなると、透水係数が小さくなる傾向となったが、最適含水比よりも湿潤側で最も小さくなることを確認できる。これは、参考文献<sup>1)</sup>に示された傾向と一致する。

4. 一面せん断試験

図-2 に一面せん断試験の時に载荷した鉛直荷重とせん断荷重の関係を示す。①~⑥の番号は図-1 最上段に示した乾燥密度と含水比との関係に対応する。内部摩擦角 $\phi$ 、粘着力 $c$ の一覧を表-3に示す。図-2のグラフでは読み取りにくいですが、同じ含水比で比較すれば締固め度が高いほど、また、同じ締固め度であれば含水比が低いほど、内部摩擦角 $\phi$ 、粘着力 $c$ ともに高くなり、強度が増加する傾向が見られる。

5. 圧密試験

不飽和状態での段階载荷による標準圧密試験を行った。载荷は9.8~1256kPaの間で $\Delta p/p=1$ の割合で8段階昇圧し、次段階への移行の判断は $\sqrt{t}$ 法で行った。試験より得られる $e\text{-log}P$  曲線より圧縮指数  $C_c$  を読み取った。10~100kPa までの間の圧縮指数は傾きが異なるので、別途読み取った。圧密試験結果と土粒子密度、液性・粗性限界を表-4にまとめる。また、1m ずつ6層で盛土を行った時の自重圧密による沈下量を得られた圧縮指数を用いて  $C_c$  法により求めた。処分場での覆土厚さを 2~6m 程度と想定し、この規模の盛土全体の沈下量は締固め度が高いほど、初期含水比が低いほど小さく、10cm 程度という結果であり、想定している跡地利用(駐車場など)に影響は少ないと考えられる。

4. まとめ

低盛土の覆土材として浚渫土砂の混合土の適用性について検討するため、各種試験を行った。覆土造成時の設計条件を満たすこと(目標透水係数;  $10^{-5}m/s$ 、目標強度; 粘着力換算で  $C=27kPa$  以上)が確認できた。浚渫土砂の覆土材としての適用性があることを確認した。

【参考文献】1) 社団法人地盤工学会; 土質試験の方法と解説(第1回改訂版), p.345, 平成12年3月

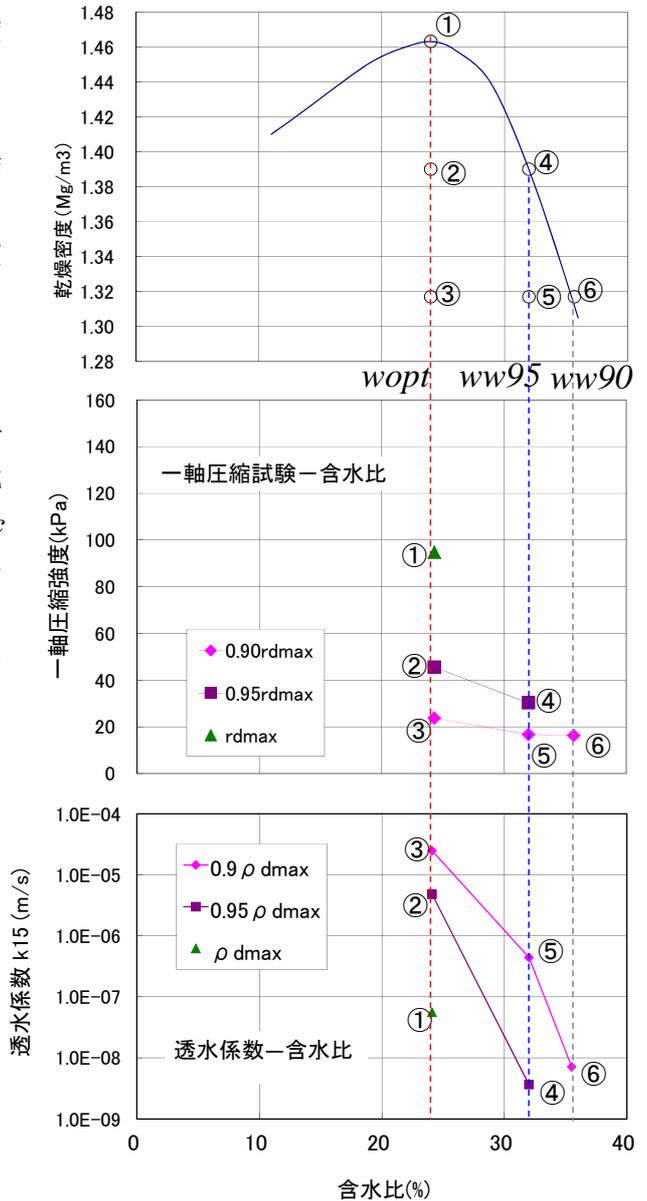


図-1 締固め特性と一軸圧縮強度・透水性の関係

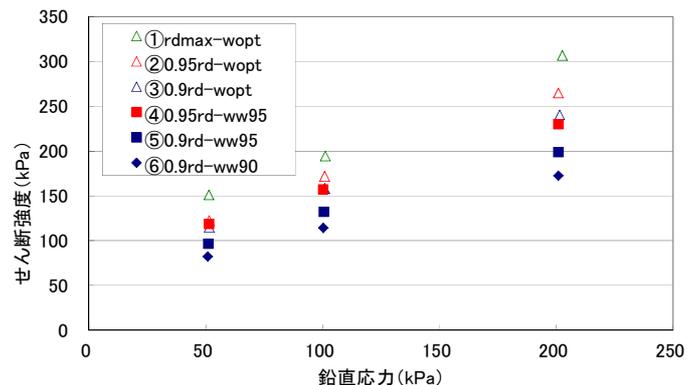


図-2 せん断時の鉛直応力とせん断応力の関係

表-4 圧密試験で得られる各パラメーター一覧表

	含水比 w0	間隙比 e0	乾燥密度 $\rho d$	飽和度 Sr0	土粒子 密度	液性 限界 wL	塑性 限界 wp	圧縮指数 Cc	圧密降伏 応力 Pc	圧縮指数 (10~100kPa) Cc	6m盛土時 沈下量 (Cc法)	
												%
①	$\rho d_{max}/w_{opt}$	24.5	0.808	1.461	80.1	2.641	35.2	26.1	0.096	640.3	0.024	0.064
③	$0.90 \rho d/w_{opt}$	24.4	1.010	1.314	63.8	2.641	35.2	26.1	0.223	533.5	0.037	0.087
⑤	$0.90 \rho d/ww95$	32.3	1.014	1.311	84.1	2.641	35.2	26.1	0.223	406.0	0.040	0.094
⑥	$0.90 \rho d/ww90$	35.3	1.014	1.311	91.9	2.641	35.2	26.1	0.223	353.5	0.062	0.146