

ダム堆砂を用いた粒状化処理試験

ハザマ 土木事業総本部 正会員 大矢 通弘
 中部電力 電力技術研究所 正会員 内藤 齊
 中部電力 電力技術研究所 正会員 本田 章人
 ハザマ 土木事業総本部 正会員 高橋 博

1.はじめに

ダム堆砂のうち堤体付近に堆積しているものは細粒分が多く、浚渫した場合の扱いや処理が問題になることが多い。本文は、こうした細粒分から成るダム堆砂を対象に粒状化処理を行うことにより有効利用方を検討するものである。

2.使用プラントおよび材料

粒状化処理は写真-1に示す造粒プラントを用いた。これは碎石製造過程で発生する脱水ケーキ（以下、碎石脱水ケーキと記す）のリサイクルを目的に開発されたものであり、原料ホッパー、ベルトコンベア、造粒ミキサー、セメントサイロ等から成る簡易な装置である¹⁾。今回の処理フローを図-1に示す。材料は、大井川水系のAダム堤体付近の堆砂を浚渫し脱水処理したものである。材料の物理特性を表-1に示し、参考として碎石脱水ケーキの性状も合わせて示す。

3.試験内容

3.1 粒状化試験

セメント添加量を5～20%の範囲で変化させた場合の粒状化状況を確認した。また、ダム堆砂を原料とした場合と通常の碎石脱水ケーキを原料とした場合の粒状化物の性状比較を行った。

3.2 ブロック化試験

粒状化物をそのまま鋼製モールド（直径10cm×高さ12.7cm）に入れて突固めることにより、ブロック化を行った。そして、突固めエネルギーを抑制することにより、ポーラスな構造体の形成の可能性を探った。また、完全に固結した粒状化物を骨材として利用する形で平板ブロック（30cm×30cm×6cm）を試作した。これらは利用用途検討の一環として行ったものである。

4.試験結果

4.1 粒状化試験結果

ダム堆砂の粒状化状況および碎石脱水ケーキの場合との比較結果を以下に示す（表-2）。

- ・含水比がやや高めであり一旦粒状化したものが再度固まる現象が見られる。
- ・セメント添加量5%でも粒状化は可能であるが形状・歩留まりは10～15%の方が良い。
- ・平均粒径で0.005mmから3～4mmに粗粒化した。処理前後の粒度曲線から処理による粒状化傾向は明確である（図-2）。
- ・ダム堆砂の粒状化物は碎石脱水ケーキの粒状化物と比べて、粒度は同等、密度は小、吸水率は大、単位容積質量は小、実績率は同等、すり減り減量は大の傾向を示す。
- ・碎石脱水ケーキの粒状化物は透水性が良い（透水係数で 10^{-2} cm/sオーダー）のに対し、ダム堆砂の粒状化



写真-1 造粒プラント

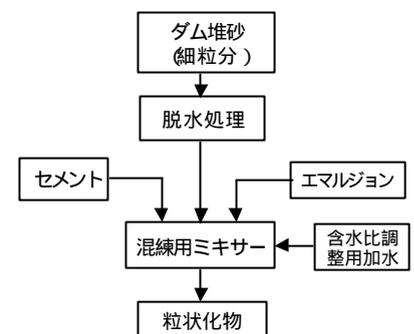


図-1 粒状化処理フロー

表-1 材料の物理特性

項目	碎石脱水ケーキ ¹⁾	
	ダム堆砂	ケーキ
自然含水比(%)	41.7	28.3
液性限界(%)	53.2	32.2
塑性限界(%)	30.7	23.8
塑性指数	22.5	8.4
土粒子密度 (g/cm ³)	2.719	2.706
最大粒径(mm)	4.75	9.5
D50(mm)	0.005	0.022
粘土分(%)	50.0	30.0
シルト分(%)	34.4	53.1
砂分(%)	14.8	16.6
礫分(%)	0.8	0.3
日本統一土質分類	粘土(CH)	シルト(ML)

文献1)より

キーワード：ダム堆砂、細粒分、粒状化処理、有効利用

連絡先：ハザマ土木事業総本部 〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8、Tel.03-3405-1153、Fax.03-3405-1854

物は $10^{-2} \sim 10^{-5}$ cm/s と変動する。セメント添加量 15%の透水係数は 10^{-2} cm/s オーダーであり均一に粒状化したことが伺える。また、セメント添加量 5%の透水性が低いのは土粒子が潰れて空隙が減少したためと考えられる。

4-2 ブロック化試験結果

粒状化直後にブロック化する試験より以下のことが分かった。

- ・ 25 回×3 層締固めの場合で数 N/mm² の強度が出るが、粒子破碎を生じておりポーラスな構造とはならない。
- ・ ポーラスな構造体を想定した場合、例えば植生重視護岸タイプの場合で強度 10N/mm² 以上、空隙率 21-30%、強度重視護岸タイプの場合で強度 18N/mm² 以上、空隙率 18-21%が標準とされており²⁾、今回の方法では、粒子強度および粒子間の付着力不足により、透水性と強度を兼ね備える構造体の作成は難しい。

また、粒状化物が固結した後にブロック化する試験より以下のことが分かった。

- ・ ダム堆砂粒状化物を用いて、配合を考慮することにより、外観、寸法、強度とも JIS 規格を満足する舗装用平板ブロックの製造が可能である。
- ・ ただし、通常の JIS 規格の製品と比較すると、もともと土である粒子を骨材として用いるため強度面でやや見劣りする。

5. まとめ

今回の試験により以下の知見が得られた。

- ・ セメントを添加し特殊ミキサーで混練りすることによりダム堆砂を粒状化することができる。その場合、セメント添加量は 10～15% が最適である。
- ・ ダム堆砂の粒状化物は通常の碎石脱水ケーキの場合と比べると、骨材の品質としては低くより土に近い性質を有する。
- ・ 粒状化直後にブロック化する方法では透水性と強度を兼ね備える構造体の作成は難しい。
- ・ 粒状化物が固結した後に固化する方法では、配合を考慮することにより JIS 規格を満足する舗装用平板ブロックの製造が可能である。

粒状化により扱いは容易になり、リサイクルの可能性は広がる。また、材料特性を活かした利用用途の開発が必要である。最後に、試験に当たりご協力頂きました第一石産運輸株式会社の方々に感謝いたします。

<参考文献> 1) (財) 土木研究センター：土木系材料技術・技術審査証明報告書（技審証第 1202 号）、2000.5
2) (財) 先端建設技術センター編：ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き、山海堂、2001.4

表 - 2 粒状化試験結果

項目	ダム堆砂粒状化物				碎石脱水ケーキ 粒状化物 ¹⁾
	5%	10%	15%	20%	10%前後
セメント添加量	5%	10%	15%	20%	10%前後
4.75mm通過 (%)	64.4	62.8	76.4	61.3	50～100
0.075mm通過 (%)	7.5	3.1	1.8	2.5	5.6～5.8
粗粒率 (F.M)	4.6	5.00	4.89	5.01	2.6～4.9
表乾密度 (g/cm ³)	1.874	1.912	1.854	1.857	-
絶乾密度 (g/cm ³)	1.403	1.462	1.33	1.357	2.04～2.06
吸水率 (%)	33.58	30.79	39.41	36.87	14.4～14.8
単位容積質量 (g/cm ³)	0.925	0.891	0.899	0.875	1.34～1.35
実績率 (%)	66.0	60.9	67.6	64.5	65.7
すり減り減量 (%)	68.6	55.0	41.3	46.2	28.4
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.662	2.625	2.624	2.501	2.651
粘土分 (%)	7.0	2.7	1.7	2.2	10以下
シルト分 (%)					
砂分 (%)	19.0	8.7	16.8	14.9	20～70
礫分 (%)	74.0	88.6	81.5	82.9	20～70
最大粒径 (mm)	19	19	19	19	19
D50 (mm)	3.7	4.1	3.4	4.2	0.8～5.0
透水係数 (cm/s)	5.79×10^{-5}	3.06×10^{-4}	1.51×10^{-2}	7.24×10^{-4}	1.6×10^{-2}
PH (上澄水)	11.2	11.3	11.3	11.4	11.3～11.7

文献1)より

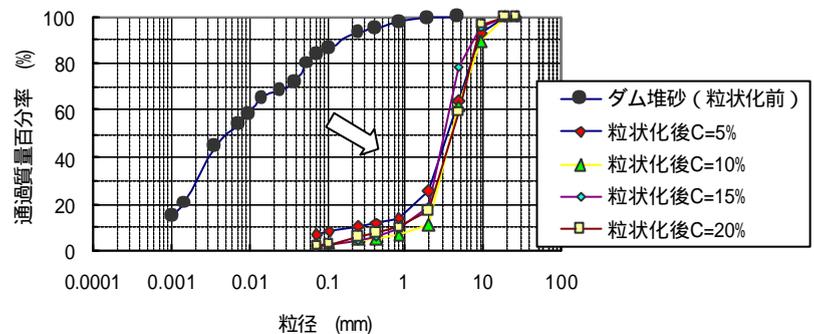


図 - 2 粒状化処理による粒度曲線の変化



写真 - 2 粒状化処理後