

袋詰め処理工法によるダム浚渫粘性土の有効利用

五洋建設 正会員 ○車田 佳範
 中部電力 正会員 上原 史洋
 シーテック・金子・南共同企業体 正会員 藤井 準

1. はじめに

本工事は、既設水力発電用ダム（高さ 87.0m、堤頂長 189.5m、有効貯水容量 2,159 万 m^3 ）のドライアップ改修工事において、排砂管前面に堆積した土砂約 4,500 m^3 をグラブ浚渫船にて掘削除去するものである。浚渫土の処理にあたっては、処分場が確保できないことから、水上の専用台船上にてジオテキスタイル製の大型袋に詰め、約 180m 上流側の既設土砂流出防止鋼矢板背面に再度沈設して有効利用する計画であった。利用目的は、ダムの水位を低下する際の鋼矢板の補強および洗掘防止堤としてである。本文では、当工事における袋の形状の決定方法および積み重ね時の安定性など、主に袋の設計に関する事項について報告する。

2. 工事の概要

図 - 1 に、本工事の概要フローを示す。

浚渫土の袋への注入は、袋詰め台船上に設置した専用のパレット内で行う。パレットは底部が開閉可能な構造となっており、容量は 27 m^3 である。図 - 2 に、袋詰めおよび袋設置用パレットの形状を示す。

水中での袋の設置方法は、まず GPS で既設鋼矢板背面の所定の位置まで台船を移動した後、ウインチを使用しパレットを約 50m 下部のダム湖底に沈めていき、湖底数 m 前でパレットを開いて静置する。湖底に不陸があるため袋の設置段数は場所により異なるが、最大で 5 段積み重ねることになる。

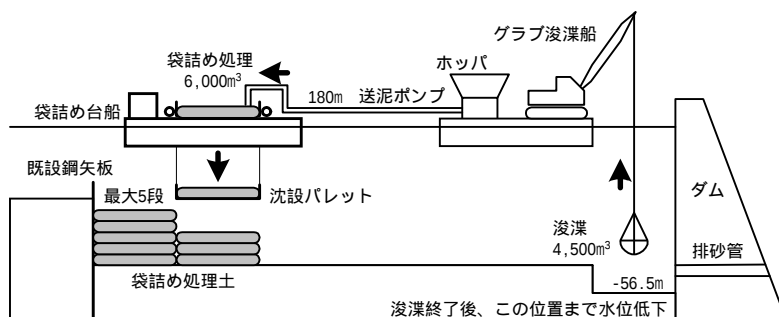


図 - 1 工事概要

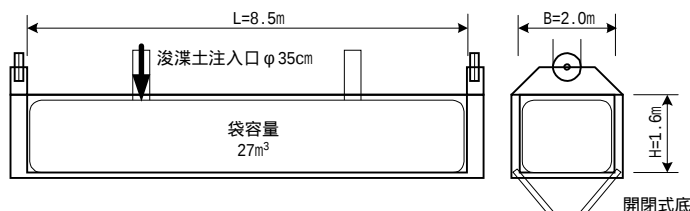


図 - 2 袋詰めおよび沈設パレット

3. 袋材の設計

(1) 設計方法 袋材の設計にあたっては、目的の土量を封じ込めるための袋の形状決定および使用するジオテキスタイルの引張強さについて検討を実施した。当工事においては、袋への浚渫土の注入時、袋の湖底への設置時、湖底での袋の積み重ね時、水位低下時と各工事の工程において袋材に発生する張力は随時変化する。これらを施工順に検討すると次のようである。

袋への浚渫土の注入・・・袋への浚渫土の注入はパレット内で行うため、袋には特に張力は発生しない。

湖底への設置・・・パレットを開くと同時に袋は長方形断面から楕円形断面へと瞬時に変形する。袋の外周と封じ込め可能な体積には相関があるため、袋の大きさの検討が必要である。

湖底での積み重ね・・・袋を積み重ねることにより、下部の袋には積み重ね段数に応じた張力が発生する。ただし荷重は水中単位体積重量であるため、次の工程より張力が大きくなることはない。

水位低下・・・ダムの水位を下げると、積み重ねた袋の単位体積重量が大きくなるため急激に張力が増加する。この張力が施工過程中最も大きくなるため、袋材はこの張力を満足する材質のものを選ばねばならない。

キーワード：袋詰め処理工法、ジオテキスタイル、浚渫土、ダム

連絡先：〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 五洋建設株式会社環境研究所

TEL：0287-39-2143 FAX：0287-39-2133

（２）袋の形状の決定

「発生土利用のための改良工法マニュアル」¹⁾によると、袋の初期幅と注入高さの関係は次式で表される。

$$\text{注入高さ } H = 2 \times \text{袋の初期幅 } B_0 / 5.25 \quad \dots \dots \dots (1)$$

今回の施工の場合、袋への浚渫土の注入はパレット内で行うため袋への充填形状は長方形となり、その断面積は $S=2.0\text{m} \times 1.6\text{m}=3.2\text{m}^2$ となる。その後、水中でパレットを開きながら袋を湖底に設置することになるが、このとき袋は浚渫土の自重により長方形から楕円形へと変形しようとする。すなわち体積は瞬時には減少しないため、袋は $S=3.2\text{m}^2$ の断面積を保ったまま楕円形にと変形することになる。

表 - 1 は、袋体が断面積 $S=3.2\text{m}^2$ の長方形から楕円形に変化する際に、その断面積を維持するために必要な袋の初期幅 B_0 を算出した結果である。ケース 1 は袋の初期幅 B_0 がパレットの内径と同様の 3.6m の場合であるが、この袋が $S=3.2\text{m}^2$ を保ったまま楕円に変形したときの袋の高さは $H=1.4\text{m}$ であり、この値は注入高さ $H=1.37\text{m}$ を上回る。よって本工事においては、袋の初期幅を $B_0=3.8\text{m}$ とし、パレット内で袋が少し余る状態で浚渫土の注入を行うこととした。また袋の長さは、パレットの内径と同様の 10m とした。図 - 3 に、袋の形状を示す。

表 - 1 袋の初期幅と楕円形状

	袋の初期幅 $B_0(\text{m})$	楕円の幅 $B(\text{m})$	楕円高さ $H(\text{m})$	注入高さ $H_{\text{lim}}(\text{m})$
ケース 1	3.60	2.93	1.40	> 1.37
ケース 2	3.80	3.17	1.30	< 1.45
ケース 3	4.00	3.40	1.20	< 1.52

（３）袋に働く張力からの破断検討

袋体を積み重ねて利用する場合、下段袋には上段袋の浚渫土重量が荷重として作用する。袋体を積み重ねる際の下段袋に発生する張力の算定には、図 - 4 に示す解析モデルを利用する。これは、上段袋の荷重を下段の袋詰め処理土の粘着力 c 、間隙水圧 u および袋材の張力 T の成分の和で受け持つと仮定したモデルである。

・力の釣り合い条件

$$B \cdot P = B \cdot u + 2T \cdot \cos \theta + Nc \cdot c \cdot B \quad \dots \dots (2)$$

・袋の張力と間隙水圧の関係

$$T = r \cdot u \quad \dots \dots \dots (3)$$

(3)式を(2)式に代入すると、袋材に必要な張力 T は次式で表せる。

$$T = r \cdot B(p - Nc \cdot c) / (B + 2r \cdot \cos \theta) \quad \dots \dots (4)$$

表 - 2 に、袋体の積み重ね段数毎に発生する張力の算出結果を示す。また表中に、袋材として $T=106\text{kN/m}$ のジオテキスタイルを利用した場合の安全率を示す。この結果によると、5 段積み重ね時においても安全率 $F_s=3$ 以上を確保しており、 $T=106\text{kN/m}$ の材料であれば 5 段までの積み重ねは可能であると判断した。

４．あとかき

浚渫土の袋詰め処理にあたっての袋の設計方法の考え方を示した。本検討の結果、袋材の諸元を幅 $3.8\text{m} \times$ 長さ 10m 、引張強さ $T=106\text{kN/m}$ 、積み重ね段数を最大 5 段に決定した。その結果、浚渫土の注入およびダム湖底設置から水位低下に至るまで、袋は破断することなく工事は無事に終了した。

【参考文献】 1) (財)土木研究センター・発生土利用促進のための改良工法マニュアル・1997, p.107.

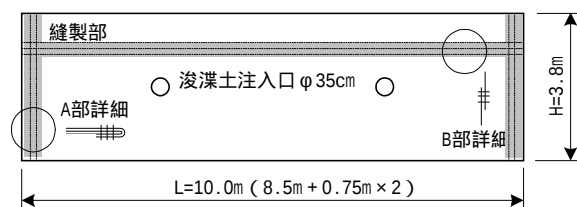


図 - 3 袋の形状

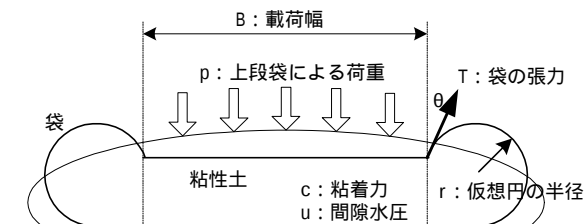


図 - 4 袋体に関する力の釣り合いモデル

表 - 2 袋の載荷段数と袋に発生する張力

段数	高さ (m)	荷重 p (kN/m^2)	粘着力 c (kN/m^2)	引張力 T (kN/m)	安全率
5段目	6.0	67.2	2.0	30.23	3.51
4段目	4.8	50.4	2.0	21.30	4.98
3段目	3.6	33.6	2.0	12.38	8.56
2段目	2.4	16.8	2.0	3.46	30.64
計算条件・圧密による強度増加 $c=2\text{kN/m}^2$ を考慮 ・袋詰め浚渫土の単位体積重量: 14kN/m^3 ・仮想円の半径 $r=0.6\text{m}$ 、載荷幅 $B=8.0\text{m}$ 、 $\theta=30$ 度					



図 - 5 水位低下時の状況