

美和ダム再開発湖内堆砂対策施設 検討委員会

(第4回 委員会)

【5. 施設計画】

平成26年2月24日

国土交通省 中部地方整備局
三峰川総合開発工事事務所

5. 施設計画

【目次】

5.1	水理模型実験を踏まえたストックヤード規模の検討.....	1
5.2	ストックヤード本体.....	5
5.3	排砂ゲート.....	7

5.1 水理模型実験を踏まえたストックヤード規模の検討

最適形状を設定するための基本的な考え方

ストックヤード形状は幅、堆積厚がパラメータとなるが、移動床実験は、模型水理量で実物土砂量を用いた排砂の再現をしているため、定量的な評価ができない。

最適形状は模型実験の結果をふまえて設定するが、既設分派堰の機能に影響がないことを確認したうえで、コストや維持管理面、景観性も考慮した定性的な評価により、最終決定する。

水理模型実験から得られた設計への知見

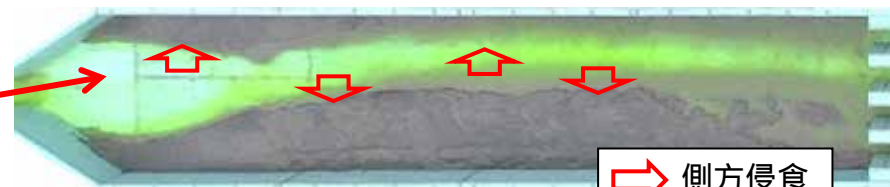
< 現地土砂の排砂状況 >

ヤード内の河床が高い状態では落下流により法肩侵食が発生し、流水による堆積土砂表面の侵食と比較すると、侵食速度は大きくなる。

法肩侵食は、全幅で進行しないこともあり、法肩侵食が発生していない範囲ではみお筋が形成される可能性がある。

みお筋形成後は、みお筋幅を保ったまま侵食が進み、堆砂面が床版に達したのちは、側岸侵食により排砂される。

みお筋幅で堆砂面の低下が進む



< みお筋対策としての隔壁の効果 >

ヤード幅60m,80mでは空虚時にヤード中央部の流速が低下し、死水域が形成される。40m案でも中央部の流速が低下し、排砂効率が低下する可能性があるが、ヤード中央に隔壁を配置することで解決できる可能性がある。

両側を同時に通水した場合、一方の侵食面が上流端に達すると、遅れた側の水路に流入しなくなる可能性がある。

片側ずつ流下させることにより、(同一の取水量であれば)単位幅流量を大きくすることが可能となり、ヤード全体の高さを下げること、落下流及び側岸侵食のエネルギーも増加する。

隔壁による水路幅縮小により、幅方向の土砂の不均質性が改善され、みお筋が形成されにくくなる。

< 水理実験の結果をもとにしたストックヤードの基本方針 >

以下の理由から、ストックヤード内に隔壁を設け、片側ずつ排砂することとする。

みお筋が形成されにくくなり、排砂効率の低下を極力軽減することが可能である。

単位幅流量を大きくすることが可能であり、ヤード床版を下げた施設全体の高さを低くすることができる。

5.1 水理模型実験を踏まえたストックヤード規模の検討

設計条件の再整理

ヤード中央に隔壁を設け、片側ずつ排砂することを踏まえて最適なヤード形状を設定する。設計条件を以下に示す。

< 水理条件 >

下流端はバイパス開始時の分派堰水位EL817.2mとする。

ストックヤードへの取水量は、下記の点から40m³/sとする。

隔壁を設けることにより、同一取水量における単位幅流量が大きくなる。当初案(幅60m・取水量50m³/s)で中央部に隔壁を設けた場合、取水量30m³/s程度で当初条件(幅60m・取水量50m³/s)と同一の摩擦速度を得ることが可能である。取水設備・導流水路のコストを考慮すると、取水量は小さいことが望ましい。

模型実験結果が定性的な評価にとどまることを考慮すると、単位幅流量は当初条件(幅60m・取水量50m³/s)よりも高く設定しておく望ましい。

上記2点から、当初条件と比較し、取水量の縮小・単位幅流量の増加の双方を見込むことができるものとして、隔壁あり・取水量40m³/sを設定する。

空虚時に最も摩擦速度が小さくなる下流端において、摩擦速度が侵食開始摩擦速度0.044m/s以上とする。

< 形状条件 >

ストック容量は3万m³とする(必要長さ = 3万m³ / (幅 × 堆積厚))。

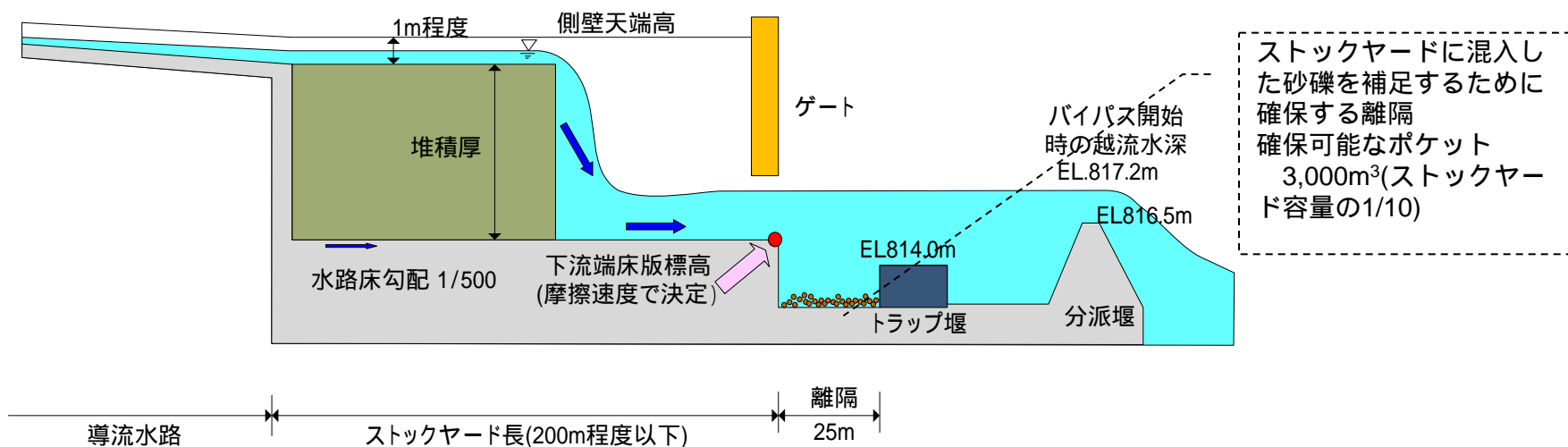
ストックヤードの縦断勾配は1/500とする。

マンニングの粗度係数はコンクリート敷の河床とするため、n=0.02とする。

< 制約条件 >

・長さ制限: 左岸側の死水域に設置すること、トラップ堰上流にストックヤードから排出される土砂に含まれる砂分を捕捉するための容量(離隔)を確保することから、200mが上限となる。

・高さ制限: 取水口周囲(貯砂ダム)との落差が確保できなくなること、景観性への配慮から、側壁天端標高は低いことが望ましい。



5.1 水理模型実験を踏まえたストックヤード規模の検討

ストックヤードの床版標高の検討

ストックヤードの底版標高を低くすることにより、ヤード側壁天端標高が低くなる。これにより以下の効果が期待できる。

- ・景観性が向上する。
- ・貯砂ダムにおける取水標高を小さくすることができるから、効率的な取水設備の配置が可能である。

<ヤード幅、底版標高と摩擦速度>

ストックヤード幅と下流端床版標高をパラメータとし、空虚時の不等流計算を行い摩擦速度の最小値(下流端)を算出した。

なお、流量は $40\text{m}^3/\text{s}$ 一定とし、流下幅は片側(ヤード幅/2)としている。

ヤード幅と床版標高、摩擦速度の関係は以下の通り。

- ・ヤード幅が大きい程摩擦速度は小さくなる(単位幅流量が減少)
- ・ヤード底版標高が高い程摩擦速度は大きくなる(水深の低下)

<ヤード幅毎の床版標高の設定>

ヤード幅毎に摩擦速度が 0.044m/s 以上となる床版標高を設定する。右図より u^* が 0.044 を上回る標高を算出した結果、右表の通りとなる。

土砂堆積厚とヤード長さの関係

3万 m^3 の容量を確保する場合、堆積厚によりヤード規模が変化する。

右図にはストックヤード幅毎の長さとの関係を示す。

長さの制約条件として死水域に設置すること、トラップ堰との離隔を25m確保する(ストック土砂に含まれている砂分の捕捉容量)とすると、200m程度が上限となる。

ヤード幅と堆積厚、ヤード長さの関係は以下の通り

- ・40m案では堆積厚を4m程度とする必要がある(天端標高の増高)
- ・堆積厚を小さくすると、ヤード延長が大きくなるが、構造物の規模(構造上必要な幅・規格等)は小さくなる

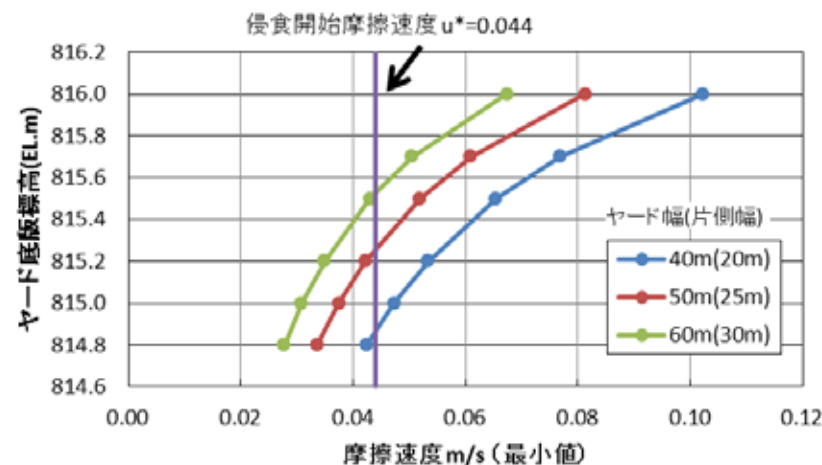


図 ヤード幅、床版標高と摩擦速度の関係

表 ヤード幅毎の床版標高

ヤード幅 (m)	床版標高 (EL,m)	摩擦速度 (m/s)	下流端水深 (m)
40	815.20	0.053	2.00
50	815.50	0.052	1.70
60	815.70	0.050	1.50

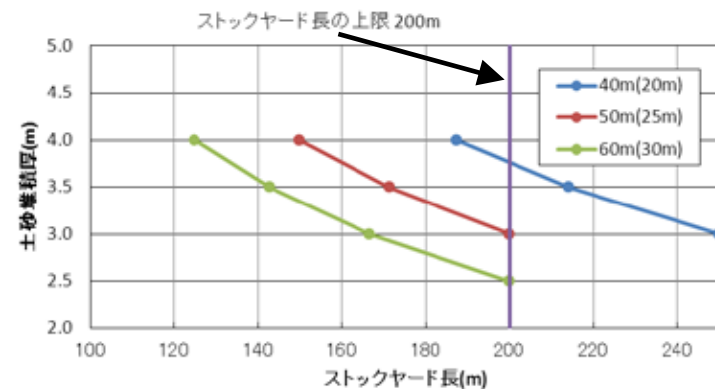


図 ヤード幅、堆積厚とヤード長さの関係

5.1 水理模型実験を踏まえたストックヤード規模の検討

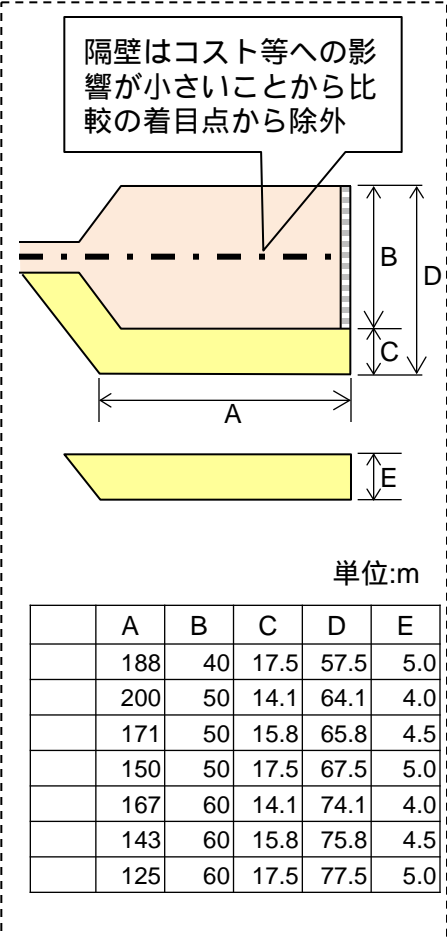
ストックヤード規模の検討

ストックヤード幅3条件(40m、50m、60m) × 土砂堆積厚3条件(3m、3.5m、4m)=9条件のうち、ストックヤード長が上限を超える2条件を除外した7条件を対象に最適規模を設定する。以下の点から、**案(40m、堆積厚4m)**を選定する。

- ・水理的な観点では、以下の理由から **案(40m、堆積厚4m)**を採用することが望ましい。
 - ヤード幅が狭くなる：『単位幅流量の増加』、『落下流によるエネルギーの増加』、『みお筋の蛇行軽減効果の向上』
 - 堆積厚が大きくなる：『落下流による侵食エネルギーの増加』
- ・排砂時間は **案(40m、堆積厚4m)**案が最も短く、効率的な排砂が可能である。 **案を有力案とした設計を実施する**

比較検討における着目点

ヤード規模	ヤード幅 (m)	40	50	60
排砂ゲート数 (門)		4	5	3
側壁幅(二重締切) (m)		17.5	14.1	15.8
ヤード・側壁合計幅 (m)		57.5	64.1	65.8
床版高 (EL.m)		815.2	815.5	815.5
堆積厚 (m)		4	3	3.5
堆砂面 (EL.m)		819.2	818.5	819
壁天端(+1) (EL.m)		820.2	819.5	820.0
壁高 (m)		5.0	4.0	4.5
必要面積 (m ²)		7,500	10,000	8,571
必要長さ (m)		188	200	171
水理量	単位幅流量 (m ³ /s)	2	1.6	1.6
	下流端水深 (m)	2	1.7	1.7
	落下流落差 (m)	2	1.3	1.8
	落下エネルギー (J/m)	39,200	20,384	28,224
	3万m ³ 排砂時間(h)	77.2	82.1	131
	3万m ³ 排砂時間(比率)	1.00	1.06	1.70
	主要施設概算コスト(百万円)	2,566	2,744	2,594
	主要施設概算コスト(比率)	1.10	1.18	1.11

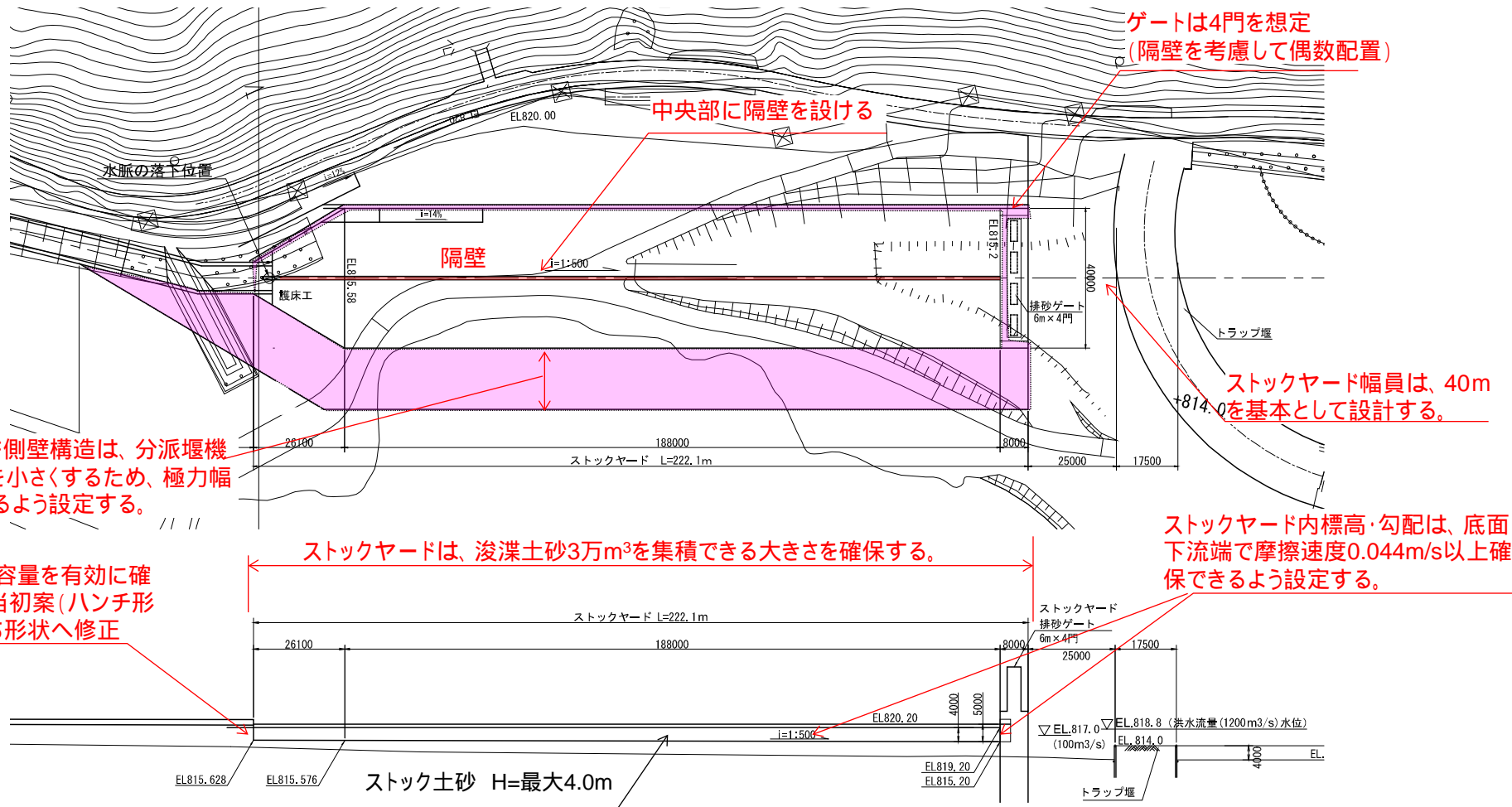


は侵食速度式における係数
 排砂時間は、表面侵食のみで排砂が進行したものとして算出
 排砂時間比率は、最短であるケースを1.0とした。
 主要施設とはストックヤード側壁・水路・ゲートを示す
 主要施設概算コスト比率は、最低値であるケースを1.0とした。

5.2 スtockヤード本体設計方針

ストックヤード全体

ストックヤードは、浚渫土砂3万m³を集積できる大きさを確保する。
ストックヤード内標高・勾配は、底面下流端で摩擦速度0.044m/s以上確保できるよう設定する。
ストックヤード幅員は、40mを基本として設計する。
ストックヤード側壁構造は、分派堰機能への影響を小さくするため、極力幅員が小さくなるよう設定する。

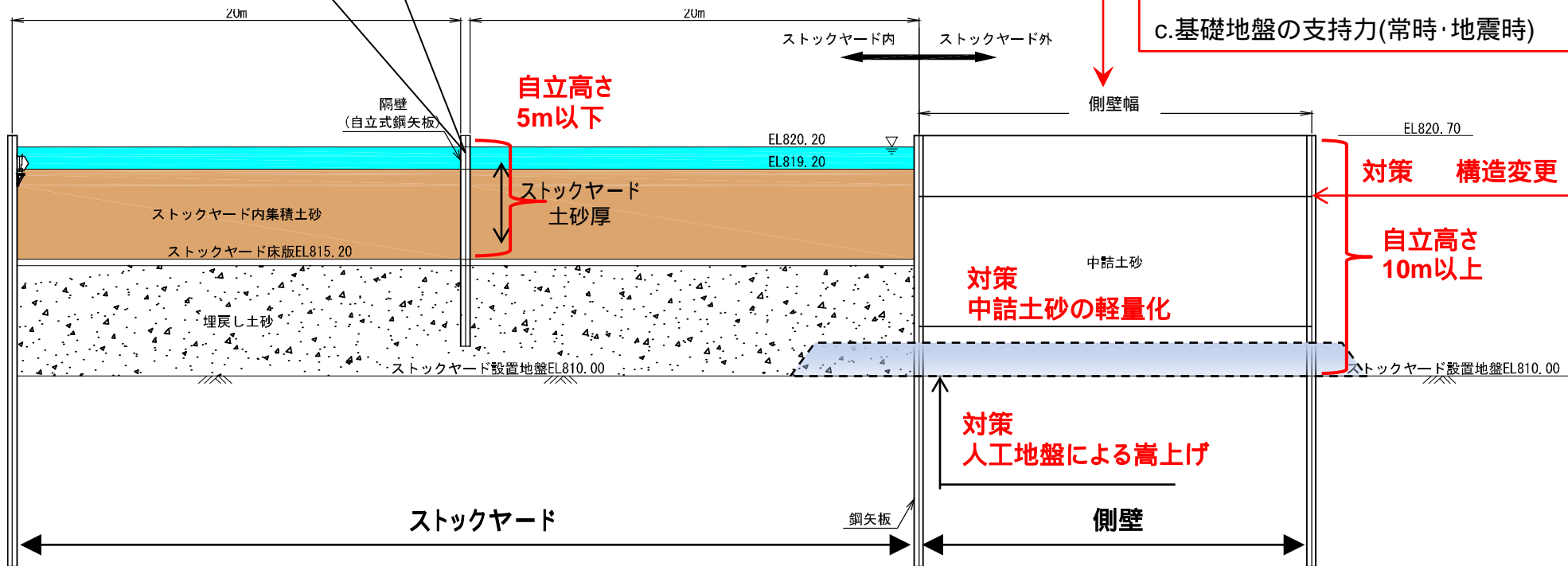


5.2 スtockヤード本体設計方針

ストックヤード幅員・側壁・隔壁構造

ストックヤード側壁は、基本設計時は二重式鋼矢板、隔壁は一重矢板を基本としている。
側壁幅員は、影響を考慮すると極力小さくすることが望ましい。対策としては、設置地盤の嵩上げ(人工地盤の造成)、構造形式の見直し(補強土壁)が考えられる。

隔壁は片側が空虚になった状態を設計条件として構造設計を実施。自立高さ5m以下であり、
自立式一重矢板を想定



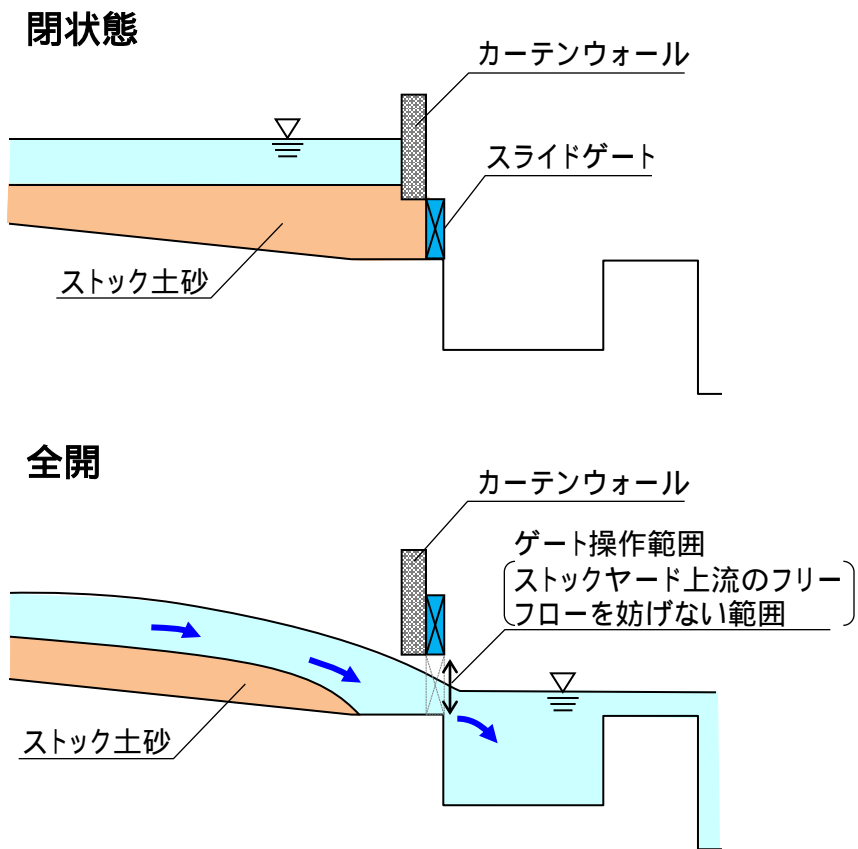
5.3 排砂ゲート

排砂ゲートは、維持管理面および、運用方法等の総合評価により、最適な構造形式を選定する。

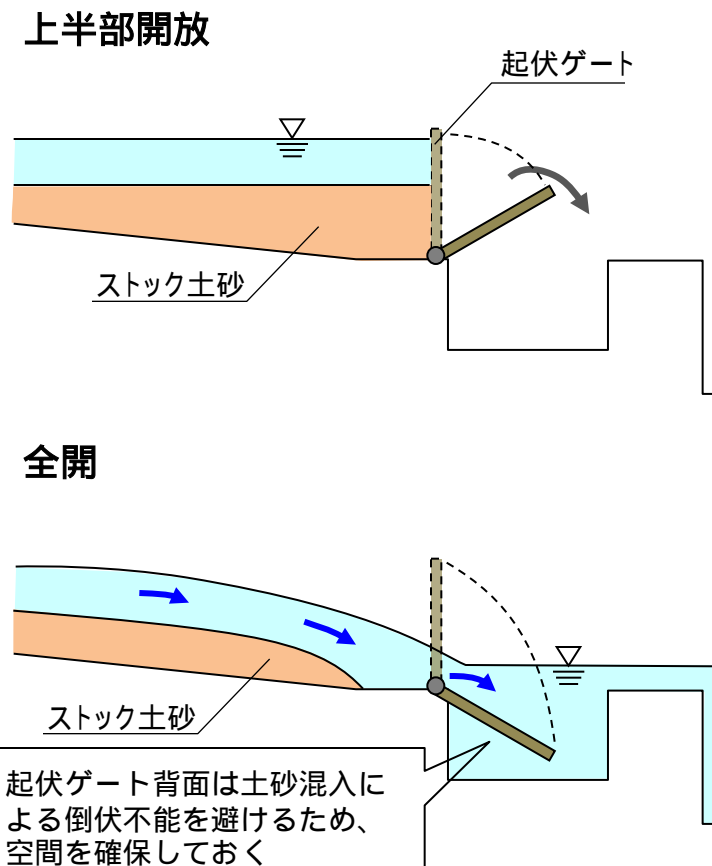
各種ゲートの操作イメージ

- ゲート形式は引上げ式ゲート・起伏ゲートが考えられる。
- ゲート操作の最低限必要な範囲は、空虚時ヤード内でフリーフローを確保するため、開放が必要となる範囲である。引上げ式ゲート採用の場合は、扉体大きさは最低限必要な範囲のみとし、カーテンウォールをあわせて配置する。
ゲート規模縮小に伴うコスト縮減・支柱高さ縮小に伴う景観性向上

引上げ式(1段)ゲート



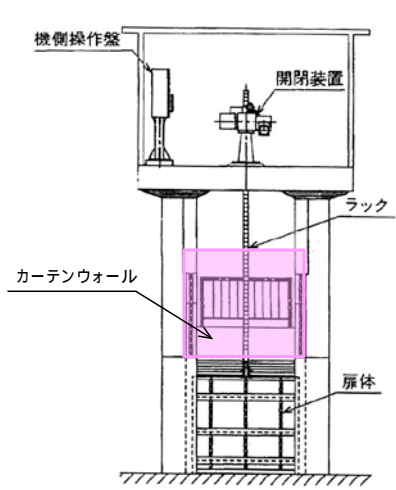
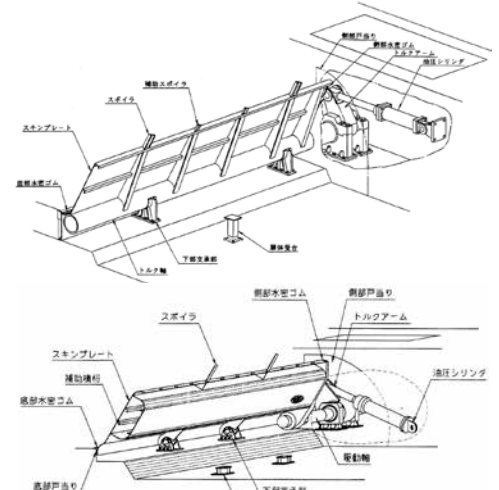
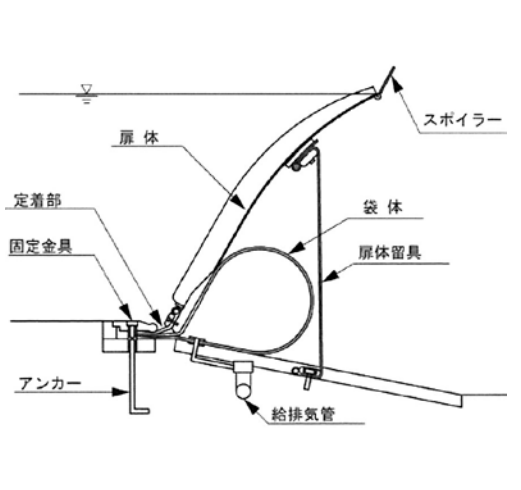
起伏ゲート(ゲートのみ)



5.3 排砂ゲート

排砂ゲートは、総合評価の結果、最も一般的な構造形式である引上げ式(1段)を選定する。
 運用方法は、全開・半開を基本として試験運用を開始し、その結果をふまえたうえで複数開度による効果をモニタリングして最終決定する。

排砂ゲート形式比較

ゲート形式	引上げ式(1段)	鋼製起伏ゲート	SR堰
概要図			
	出典: ダム・堰技術基準	出典: 鋼製起伏設計要領	出典: 鋼製起伏堰設計指針
特徴	<p>扉体は横主桁・縦桁・スピンプレート等で構成されるプレートガーダ構造で、最も単純なゲート構造である。 摩擦抵抗の関係で、一般的には開閉装置は押し下げが可能な開閉装置はラック式またはスピンドル式が一般的である。</p>	<p>扉体の底部をコンクリート床版に複数のヒンジで結合し、起伏操作をさせるゲートである。 扉体断面としては、扉体下部に中空軸を通したトルク軸形と上下部に水平主桁を配置した横主桁形、扉体を閉塞断面とした魚腹形がある。 操作装置は一般的に油圧式を採用する。</p>	<p>鋼製扉体とその背面に配置したゴム引布製袋体で構成される。 袋体の膨張・収縮により、扉体を起伏するゲート形式である。</p>
維持管理	<p>流水が土砂を含むため、ローラ式は維持管理面から採用できない。 設備規模が大きくなってもスライド式ゲートとする必要があるが、構造が単純であり、維持管理面では優位である。</p>	<p>下端部をヒンジで固定されているため、引上げ式ゲートのようなメンテナンスができず、ドライ状態でのメンテナンスが必要となる。 運用面で、ゲート背面に土砂が混入し、倒伏不能になる可能性や、倒伏状態から起伏できなくなる可能性がある。</p>	<p>下端部をヒンジで固定されているため、引上げ式ゲートのようなメンテナンスができず、ドライ状態でのメンテナンスが必要となる。 ゲート背面に土砂が混入し、倒伏不能になる可能性が高い。 袋体の補修や更新などメンテナンス頻度が多くなる。</p>
管理体制	<p>最も一般的であり、操作負担は小さい。 ゲート開放初期の土砂流出状況について試験運用で確認する必要がある。</p>	<p>開度の設定によっては土砂が流出しないことも考えられるため、実現象をみながらの操作が必要。試験運用期間で実績データを蓄積することでマニュアル化することはある程度可能と考えられる。</p>	<p>開度の設定によっては土砂が流出しないことも考えられるため、実現象をみながらの操作が必要。試験運用期間で実績データを蓄積することでマニュアル化することはある程度可能と考えられる。</p>
景観性	<p>上部にゲート巻上装置等が必要となるが、カーテンウォールと組み合わせることで扉体高さを小さくし、景観性への影響を最小限とすることが可能である。</p>	<p>上部にゲート巻上装置等が不要であるため、景観面では引上げ式と比較して有利である。</p>	<p>上部にゲート巻上装置等が不要であるため、景観面では引上げ式と比較して有利である。</p>
初期コスト			他の2案と比較すると初期コストはやや小さい
総合評価			(鋼製起伏ゲートと比較して維持管理面でやや不利)