

1. 実績流況による緊急堆砂対策検討結果の確認

1.1 検討条件

平成 17 年度第 3 回委員会では、矢作ダムの緊急堆砂対策として、堆砂量が平均的な年である昭和 60 年流況を 10 回繰り返した 10 ヶ年を対象に、堆砂対策効果、掘削量の検討を行った。しかし、昨年度の委員会 (第 3 回) で平均的な流況を用いた繰り返し計算での検討だけではなく、より現実に近い、様々な流況を用いた検討する必要があるとの指摘を受けた。

本検討では、異なる 10 ヶ年の流況を用いて検討を実施した。対象年は、連続する至近 10 ヶ年 (平成 5 年～平成 16 年) としたが、異常渇水年である平成 6 年と恵南豪雨により土砂が異常に多く堆砂した平成 12 年は除くものとした。

1.2 検討対象期間の抽出

1.2.1 矢作ダムの年平均堆積土砂量

矢作ダムにおける年平均堆積土砂量を深淺測量結果から算定した。

平成 12 年の恵南豪雨によって矢作ダムの流域の状態が大きく変化していることが想定されることから、崩壊地面積と年平均堆砂量の関係、貯水池の各区域に堆積する土砂量の経年変化について整理を行い、将来的な年平均堆砂量について評価を行った。

下記の結果から、緊急対策の対象とする年平均堆砂量は、30 万 m³/年程度を見込むこととした。

- ① 矢作ダム堆砂実績によれば、管理開始からの年平均堆砂量は、30 万 m³/年程度である
- ② 矢作ダム堆砂実績によれば、恵南豪雨後の年平均堆砂量 (平成 13 年～平成 16 年の 4 ヶ年平均値) は 30 万 m³/年程度となる

○矢作ダムの年平均堆砂量は、30 万 m³/年程度として検討を行う

以下に矢作ダムの堆砂実績のグラフを示す。(図 1-1)

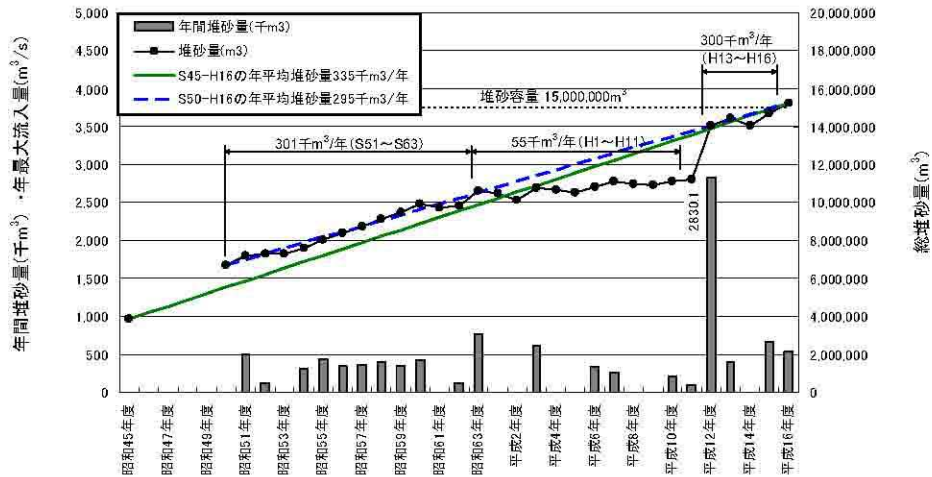


図 1-1 矢作ダムの堆砂実績

1.2.2 検討対象期間の抽出

昭和 46 年～平成 16 年の堆砂量、流況および推定流入土砂量を表 1-1 に示す。ここで流入土砂量は流入量と堆砂量を基に設定した流量～流入土砂量式 ($Q_s = \alpha \times Q^\beta$) より推定した。

ただし、近年堆砂量が増加していることを踏まえ、緊急対策検討においては、平成 12 年～16 年で設定した流量～流入土砂量式による流入土砂量を用いることとした。

表 1-1 各年の堆砂量、流況と推定流入土砂量

年		年最低水位	年間流入量	年最大流入量 ^{注2)}	流入土砂量 ^{注3)}	流入土砂量 ^{注4)}	備考
		(E.L.m)	(百万m ³)	(m ³ /s)	(万m ³)	(万m ³)	
		(実績値)	(実績値)	(実績値)	(再現値)	(近年傾向考慮)	
1971	S46	280.5		479.0	20.5	17.5	
1972	S47	256.8	1135.1	839.0	59.6	50.8	
1973	S48	272.6	580.2	206.2	1.5	1.3	
1974	S49	264.1	1056.6	965.7	53.2	45.4	
1975	S50	281.8	922.3	1645.9	112.6	96.1	
1976	S51	282.5	1164.3	844.5	50.3	42.9	
1977	S52	275.3	829.4	596.8	20.0	17.1	
1978	S53	269.7	716.3	671.9	19.7	16.8	
1979	S54	252.3	919.7	1202.5	45.7	39.0	取水設備工事による貯水位低下
1980	S55	277.1	1000.2	514.3	25.4	21.7	
1981	S56	276.8	877.3	553.7	16.3	13.9	
1982	S57	272.1	899.9	718.1	62.3	53.1	
1983	S58	266.5	1035.9	1463.8	93.6	79.8	
1984	S59	276.2	539.0	641.9	10.9	9.3	
1985	S60	270.6	962.8	691.5	42.7	36.3	平成17年度検討対象年
1986	S61	274.7	658.9	226.0	1.8	5.2	
1987	S62	267.9	671.3	380.5	3.6	10.4	
1988	S63	281.6	708.5	729.6	6.9	21.9	
1989	H1	279.0	1060.6	1169.3	27.8	80.4	
1990	H2	269.7	853.8	1351.0	13.6	39.4	
1991	H3	280.6	938.1	1049.6	12.5	36.1	
1992	H4	267.2	663.4	242.7	1.1	3.2	
1993	H5	273.8	907.7	584.9	7.4	21.4	
1994	H6	266.6	477.9	1211.5	8.6	25.0	渇水年
1995	H7	280.3	720.6	606.6	6.7	19.3	
1996	H8	279.0	593.0	393.9	2.0	5.8	
1997	H9	284.4	829.4	771.2	9.4	27.1	
1998	H10	285.2	1110.8	1188.0	21.2	61.3	
1999	H11	282.2	887.9	1269.9	24.1	69.7	
2000	H12	278.3	813.6	2993.4	283.8	283.8	恵南豪雨
2001	H13	279.3	664.9	717.5	20.9	20.9	
2002	H14	273.4	555.1	326.9	4.9	4.9	
2003	H15	278.9	1018.7	1194.7	62.2	62.2	
2004	H16	273.8	967.6	1351.3	73.0	73.0	
平均値			841.2	876.3	36.1	41.5	

注) 2 : 年最大流量は時刻流量より抽出

注) 3 : 堆砂の傾向を基に、昭和 46 年～昭和 60 年、昭和 61 年～平成 11 年、平成 12 年～16 年のそれぞれ期間で設定した流量～流入土砂量式による場合。すなわち各期間の再現値

注) 4 : 近年 (12 年～16 年) の流量～流入土砂量式による場合。すなわち、現況において、過去の流況が発生した場合の流入土砂量を推定した値

- : 昭和 46 年～60 年の堆砂傾向から推定した式 ($\alpha = 4.56 \times 10^{-7}$, $\beta = 2.5$)
- : 昭和 61 年～平成 11 年の堆砂傾向から推定した式 ($\alpha = 1.35 \times 10^{-7}$, $\beta = 2.5$)
- : 平成 12 年～16 年の堆砂傾向から推定した式 ($\alpha = 3.89 \times 10^{-7}$, $\beta = 2.5$)

表 1-1の推定流入土砂量（近年傾向考慮）の連続した10ヵ年の移動平均値を表 1-2に示す。

ただし、昭和54年は選択取水設備の設置のため貯水位を低下させていること、平成6年は異常湯水であり長期間貯水位が低下していること、平成12年は恵南豪雨により流入土砂量が異常に多いことからこの3年については緊急対策検討の対象年から除いた。

至近10ヵ年（平成5年～平成16年）の平均流入土砂量は36.6万m³であり、昨年度対象とした昭和60年（36.3万m³）と概ね等しい。

表 1-2 10ヵ年平均流入土砂量

年	流入土砂量 (万m ³)
S46-56	32.4
S47-57	35.9
S48-58	38.8
S49-59	39.6
S50-60	38.7
S51-61	29.6
S52-62	26.4
S53-63	26.8
S55-H1	33.2
S56-H2	35.0
S57-H3	37.2
S58-H4	32.2
S59-H5	26.4
S60-H7	27.4
S61-H8	24.3
S62-H9	26.5
S63-H10	31.6
H1-11	36.4
H2-13	30.4
H3-14	29.4
H4-15	29.6
H5-16	36.6
平均	32.0

※S54、H6、H12年は除く

以上で整理した流入土砂量と流出土砂量の関係から、各年における年平均堆積土砂量を算定した。（表 1-3参照）

平成17年度の検討において、昭和60年流況を10回繰り返し用いた場合の年平均堆砂量は、30万m³/年程度である。

本検討で対象とした至近10ヵ年（平成5年～平成16年）の年平均堆砂量は27万m³/年程度であり、矢作ダムの実績年平均堆砂量とほぼ一致しており、検討条件として妥当であると考えられる。

表 1-3 年平均堆積土砂量

年	流入土砂量	流出土砂量	堆砂量	流入土砂量に対して 堆砂する割合
	(万m ³)			%
S46	18.3	2.2	16.1	87.9
S47	51.2	8.7	42.5	83.0
S48	1.5	0.2	1.3	83.8
S49	61.0	11.5	49.4	81.1
S50	87.6	22.2	65.4	74.7
S51	43.8	6.4	37.4	85.5
S52	17.8	2.8	15.0	84.2
S53	18.0	3.3	14.6	81.4
S55	22.0	4.2	17.8	81.0
S56	15.2	2.1	13.1	86.1
S57	51.3	9.4	41.9	81.7
S58	76.2	17.3	59.0	77.3
S59	9.2	2.4	6.9	74.4
S60	36.3	6.6	29.7	81.8
S61	5.5	0.5	5.0	90.9
S62	11.4	1.1	10.2	90.0
S63	19.4	3.8	15.6	80.6
H01	77.3	21.1	56.2	72.7
H02	37.2	12.5	24.7	66.5
H03	36.2	8.7	27.5	76.0
H04	3.5	0.3	3.2	90.8
H05	21.4	2.7	18.7	87.4
H07	19.3	3.2	16.1	83.4
H08	5.8	0.9	4.9	84.5
H09	27.1	4.2	22.9	84.5
H10	61.3	11.1	50.2	81.9
H11	69.7	17.0	52.7	75.6
H13	20.9	4.7	16.2	77.5
H14	4.9	1.1	3.8	77.6
H15	62.2	15.2	47.0	75.6
H16	73.0	36.4	36.6	50.1
S46～H16平均	34.4	7.9	26.5	77.1
H05～H16平均	36.6	9.7	26.9	73.6

1.3 掘削高の設定

緊急対策の目的は現在堆砂が進行し、それに伴い低下している治水機能の回復である。別途検討されている事前放流計画では、事前放流水位を EL.287m としていることから、この範囲が治水機能回復を目的とした場合の最大限掘削可能範囲となる。以上のことから、緊急対策における掘削高等の計画は、下記のとおりとする。

○緊急対策の掘削標高は、事前放流水位にあわせて EL.287m とする
○このとき、現状 (H16) からの掘削除去量は、26 万 m³ となる

ここでは、上記緊急対策の効果予測を行った。対策のイメージを図 1-2 に示す。また、シミュレーションを実施する検討 Case (掘削標高等) を次表に示す。

表 1-4 検討 Case 一覧表

Case 名	掘削標高	備 考
Case1	—	流況：H5～H16 掘削なし
Case2	EL.287m	流況：H5～H16 事前放流水位 (EL.287m) までの掘削

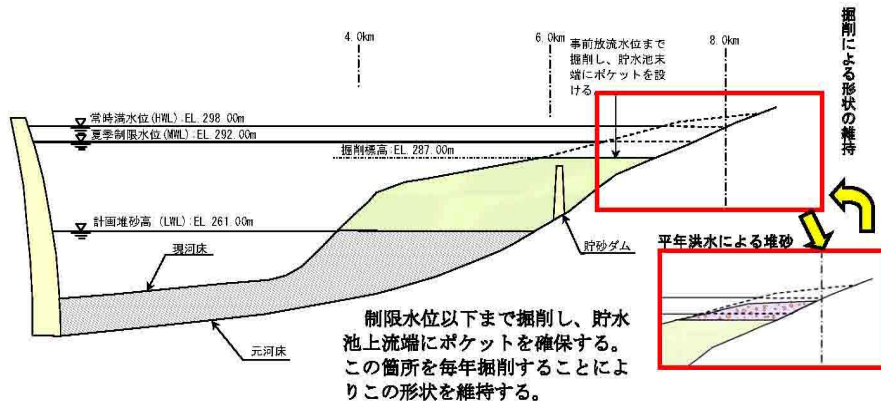


図 1-2 治水機能を回復する方法のイメージ

1.4

有効容量内堆砂増分の予測

今回設定した至近 10 ヶ年 (平成 5 年～平成 16 年) を用いた堆砂予測計算を行った。

(1) 検討方針

緊急対策の目標の 1 つに「極力、有効容量内の堆砂を進行させない」がある。このため、図 1-3 に示すフローにより、有効容量内の堆砂量を算定した。



図 1-3 緊急対策における掘削可能標高設定フロー

1.5 対策効果検討

ここで、以上に整理した方法を用いて Case2, 2' の 10 ヶ年における堆積土砂量の検討を実施した。以下の表 1-5 に各年における平均堆砂量、治水容量内の堆砂量、利水容量内の堆砂量、掘削量を整理した。

昨年の検討において、昭和 60 年は流入土砂量の約 82% が堆積し、貯水位との関係から、掘削区間である治水容量内に堆積しやすい年であったため、年平均掘削量が 18 万 m³ であった。

今回の検討に用いた 10 ヶ年は平均 73% 程度と堆積しづらい傾向にあり、年平均掘削量は 13.3 万 m³ (堆砂量 30m³ 換算で 15 万 m³ に相当) である。しかし、最小掘削量が 1.1 万 m³ (平成 8 年)、最大掘削量が 24.7 万 m³ (平成 11 年) となっており、10 ヶ年を様々な流況を用いても、昨年度に計画した範囲内だと考えられる。

表 1-5 検討結果一覧表 Case1 (対策なし)

年	流入土砂量	流出土砂量	堆砂量
	(万 m ³)		
H05	21.4	2.7	18.7
H07	19.3	3.2	16.1
H08	5.8	0.9	4.9
H09	27.1	4.2	22.9
H10	61.3	11.1	50.2
H11	69.7	17.0	52.7
H13	20.9	4.7	16.2
H14	4.9	1.1	3.8
H15	62.2	15.2	47.0
H16	73.0	36.4	36.6
H05～H16平均	36.6	9.7	26.9

表 1-6 検討結果一覧表 Case2 (対策あり)

年	流入土砂量	流出土砂量	堆砂量	掘削量	堆砂量に対する掘削量の割合
	(万m ³)				%
H05	21.4	2.7	18.7	13.0	70
H07	19.3	3.2	16.1	7.9	49
H08	5.8	0.9	4.9	1.1	22
H09	27.1	4.2	22.9	7.7	34
H10	61.3	11.1	50.2	19.0	38
H11	69.7	17.0	52.7	24.7	47
H13	20.9	4.7	16.2	13.1	81
H14	4.9	1.1	3.8	3.8	100
H15	62.2	15.2	47.0	24.6	52
H16	73.0	36.4	36.6	18.4	50
H05~H16平均	36.6	9.7	26.9	13.3	49.5

Case1 Case2 検討結果比較

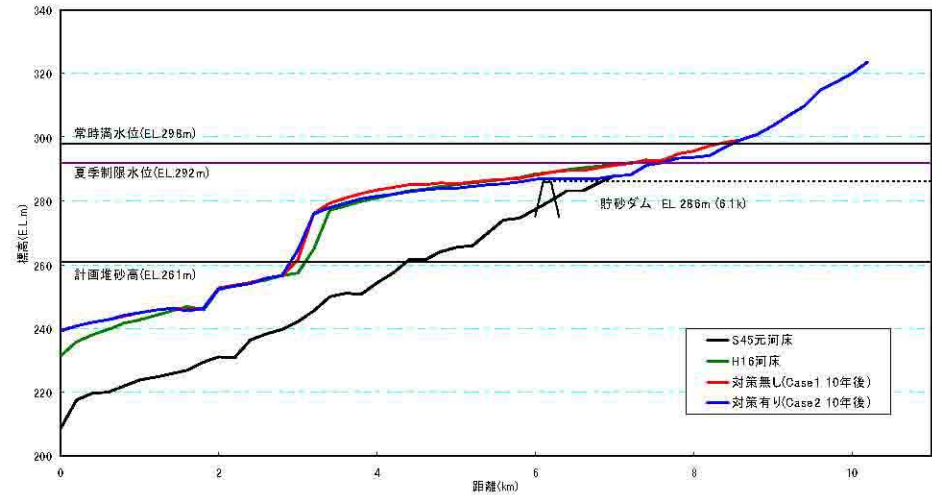


図 1-4 Case1、Case2：予測計算結果(対策の有無による10年後の形状)

掘削標高 EL287m 経年変化

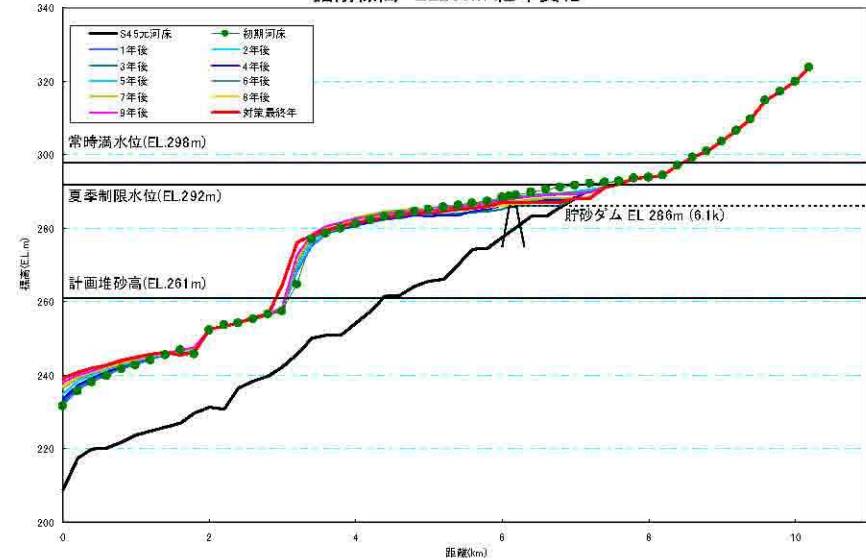


図 1-5 Case2：対策を行った場合の各年の堆砂形状

<参考資料>

1. 前年度計算（昭和60年）結果と今回検討（平成5年～平成16年）の流況比較

図 1-1に対象期間の流況を整理した。平成5年～平成16年は流況が様々であり、ほとんど堆砂しない年も含まれている。また、貯水位が低いときの出水では、掘削対象区間(EL.287m以上)である上流側が削られてしまうことが考えられる。

一方、昭和60年は貯水位が高い状態で出水が発生し、治水容量内に土砂が堆積しやすい年である（図1-1参照）。さらに、昭和60年を10回繰り返し計算することにより、土砂も同じ場所に堆積する結果となる。

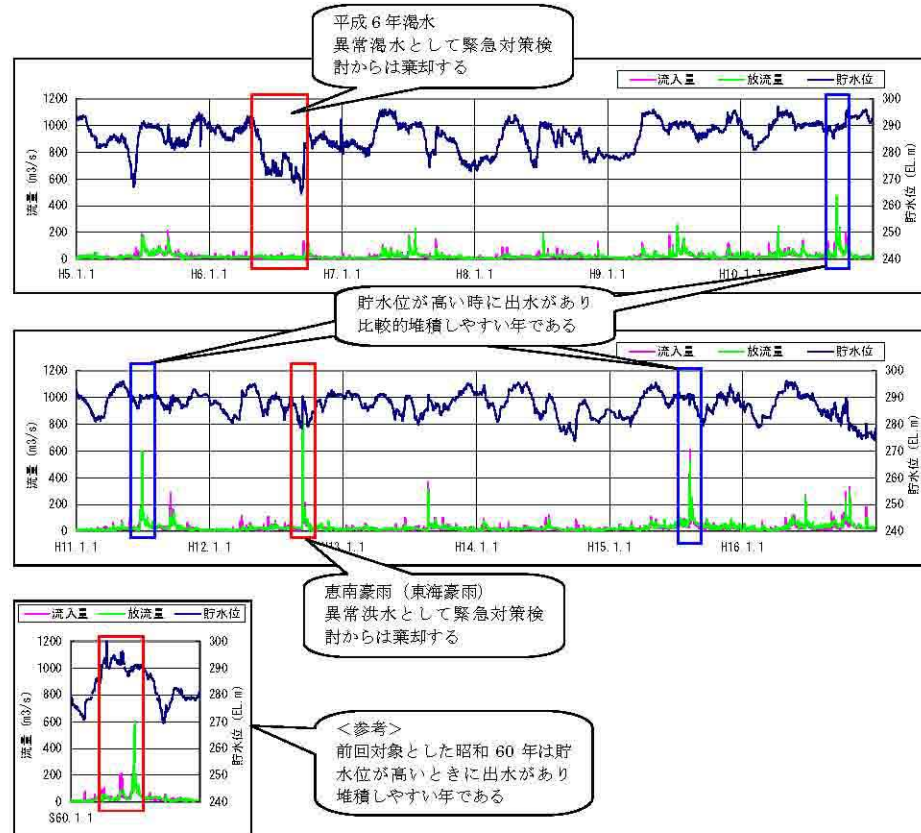


図 1-1 各年における流入量・放流量・貯水位

2. 昭和46年～平成16年の流況における掘削土砂量検討

表 1に昭和46年～平成16年の堆砂量と掘削土砂量を示す。ここでは、各年で平成16年河床をEL.287mまで掘削した河床を初期条件として、堆砂計算を行いEL.286mまで量を示す。ただし、平成5年～16年については本資料と同様に算出している。対象とした31年間では掘削量は1.3万m³～34.3万m³となる。

表 1 各年のEL.287mまでの掘削量

年	流入土砂量	流出土砂量	堆砂量	掘削量	堆砂量に対する
					掘削量の割合
					(万m ³)
					%
S46	18.3	2.2	16.1	12.6	78
S47	51.2	8.7	42.5	18.8	44
S48	1.5	0.2	1.3	1.3	100
S49	61.0	11.5	49.4	23.5	48
S50	87.6	22.2	65.4	34.3	52
S51	43.8	6.4	37.4	20.6	55
S52	17.8	2.8	15.0	9.7	65
S53	18.0	3.3	14.6	11.5	78
S55	22.0	4.2	17.8	8.1	45
S56	15.2	2.1	13.1	6.2	47
S57	51.3	9.4	41.9	19.1	45
S58	76.2	17.3	59.0	24.9	42
S59	9.2	2.4	6.9	6.9	100
S60	36.3	6.6	29.7	18.0	61
S61	5.5	0.5	5.0	5.0	100
S62	11.4	1.1	10.2	8.0	78
S63	19.4	3.8	15.6	10.4	67
H01	77.3	21.1	56.2	25.9	46
H02	37.2	12.5	24.7	11.8	48
H03	36.2	8.7	27.5	12.5	45
H04	3.5	0.3	3.2	3.2	100
H05	21.4	2.7	18.7	13.0	70
H07	19.3	3.2	16.1	7.9	49
H08	5.8	0.9	4.9	1.1	22
H09	27.1	4.2	22.9	7.7	34
H10	61.3	11.1	50.2	19.0	38
H11	69.7	17.0	52.7	24.7	47
H13	20.9	4.7	16.2	13.1	81
H14	4.9	1.1	3.8	3.8	100
H15	62.2	15.2	47.0	24.6	52
H16	73.0	36.4	36.6	18.4	50
S46～H16平均	34.4	7.9	26.5	13.7	51.7
H05～H16平均	36.6	9.7	26.9	13.3	49.5

3. 平成12年（恵南豪雨）を含む期間での掘削量

平成5年～16年の検討期間に恵南豪雨が発生した場合の掘削量を以下に示す。
 ここでは、平成16年の後に平成12年の流況が発生したものとして、各年の掘削量を算出した。これを
 (平成12年以外の各年の掘削量は表1と同じ)
 恵南豪雨では掘削量が81.4万m³となり、他の年に比べ相当多くなっている。
 平成5年～16年に平成12年（恵南豪雨）を加えた場合の平均掘削量は19.5万m³となる。

表2 各年のEL.287mまでの掘削量（恵南豪雨を含む）

年	流入土砂量	流出土砂量	堆砂量	掘削量	堆砂量に対する
					掘削量の割合
	(万m ³)				%
S46	18.3	2.2	16.1	12.6	78
S47	51.2	8.7	42.5	18.8	44
S48	1.5	0.2	1.3	1.3	100
S49	61.0	11.5	49.4	23.5	48
S50	87.6	22.2	65.4	34.3	52
S51	43.8	6.4	37.4	20.6	55
S52	17.8	2.8	15.0	9.7	65
S53	18.0	3.3	14.6	11.5	78
S55	22.0	4.2	17.8	8.1	45
S56	15.2	2.1	13.1	6.2	47
S57	51.3	9.4	41.9	19.1	45
S58	76.2	17.3	59.0	24.9	42
S59	9.2	2.4	6.9	6.9	100
S60	36.3	6.6	29.7	18.0	61
S61	5.5	0.5	5.0	5.0	100
S62	11.4	1.1	10.2	8.0	78
S63	19.4	3.8	15.6	10.4	67
H01	77.3	21.1	56.2	25.9	46
H02	37.2	12.5	24.7	11.8	48
H03	36.2	8.7	27.5	12.5	45
H04	3.5	0.3	3.2	3.2	100
H05	21.4	2.7	18.7	13.0	70
H07	19.3	3.2	16.1	7.9	49
H08	5.8	0.9	4.9	1.1	22
H09	27.1	4.2	22.9	7.7	34
H10	61.3	11.1	50.2	19.0	38
H11	69.7	17.0	52.7	24.7	47
H13	20.9	4.7	16.2	13.1	81
H14	4.9	1.1	3.8	3.8	100
H15	62.2	15.2	47.0	24.6	52
H16	73.0	36.4	36.6	18.4	50
H12(恵南)	243.9	61.9	182.0	81.4	45
S46～H16+H12平均	40.9	9.6	31.4	15.8	60.4
H05～H16+H12平均	55.4	14.4	41.0	19.5	53.4