

Ⅲ. 矢作ダム堆砂対策検討編

資料

目次

1. 矢作ダム堆砂対策の目標	1
1.1 矢作ダムの堆砂実態.....	1
1.2 矢作ダム堆砂量の算定方法.....	15
1.3 堆砂対策の目標.....	17
1.4 目標に向けての戦略（緊急対策と長期対策）	17
2. 年平均堆砂量の妥当性評価	18
3. 堆砂対策（緊急対策）の検討	23
3.1 年平均堆砂量 20 万 m ³ に対する緊急対策の検討.....	23
3.2 掘削高の設定	29
3.3 有効容量内堆砂増分の予測	29
3.4 対策効果検討	30
3.5 大規模洪水時の治水容量内堆砂量の予測	30
4. 堆砂対策（緊急対策）の計画	32
4.1 緊急堆砂対策の方法.....	32
4.2 緊急対策における除去対象土砂量	32
4.3 緊急対策～長期対策完成に至るスケジュール	32
4.4 掘削・搬出計画.....	33
5. 長期対策（バイパストンネル）のレイアウト案	36

平成 18 年 3 月 24 日

国土交通省中部地方整備局 矢作ダム管理所

1. 矢作ダム堆砂対策の目標

1.1 矢作ダムの堆砂実態

矢作ダムにおける治水容量内の堆砂の実態は以下のとおりである。

表 1-1 矢作ダム治水容量内の堆砂の実態と対応

項目	堆砂量	堆積の理由・考え方	出典
現況堆砂量① ※ (平成 16 年時点)	101 万 m ³		平成 16 年堆砂 測量成果
管理当初の堆砂量② ※ (昭和 45 年時点)	77 万 m ³	ダム建設工事時などの地形改変などによるものである。 基本的には掘削不可能であるが、極力回復 するようダム管理者として別途検討を行 っていく。	矢作ダム貯水池 総合管理計画 検討委員会報 告書, p. 2-31
管理開始後の堆砂量③=①-②	24 万 m ³		
砂利採取場④	14 万 m ³	貯水池内移動途上の堆積物であり、ダム堆 砂の除去に貢献している箇所であるので、 対策の対象からは除外する。 治水容量内の土砂は撤去してもらおうよ うにする。	平成 16 年堆砂 測量成果より 算出
河道掘削可能箇所⑤	3 万 m ³	掘削する。	〃
その他斜面など③-④-⑤	7 万 m ³	掘削困難な箇所が多いが、できるだけ除去 を行う。	〃

※平面スライス法による建設当初の貯水量から平均断面法による各年貯水量を引いて算出

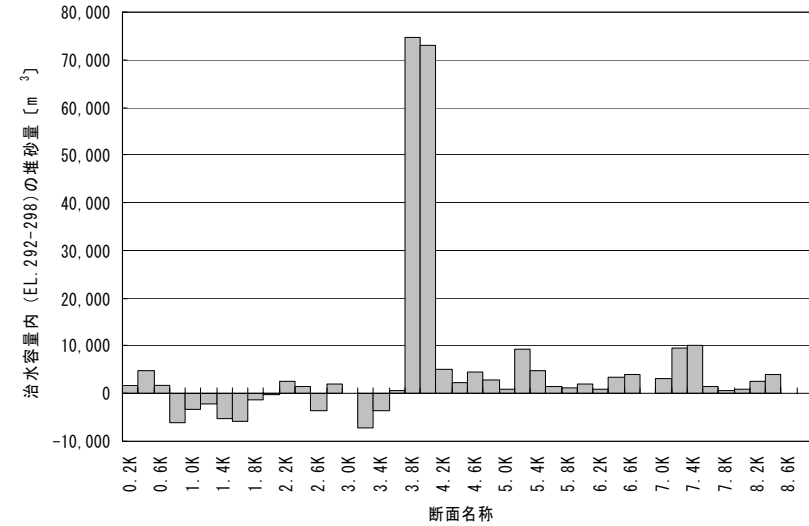


図 1-1 矢作ダム貯水池の治水容量内堆砂量の分布図(矢作川本川)

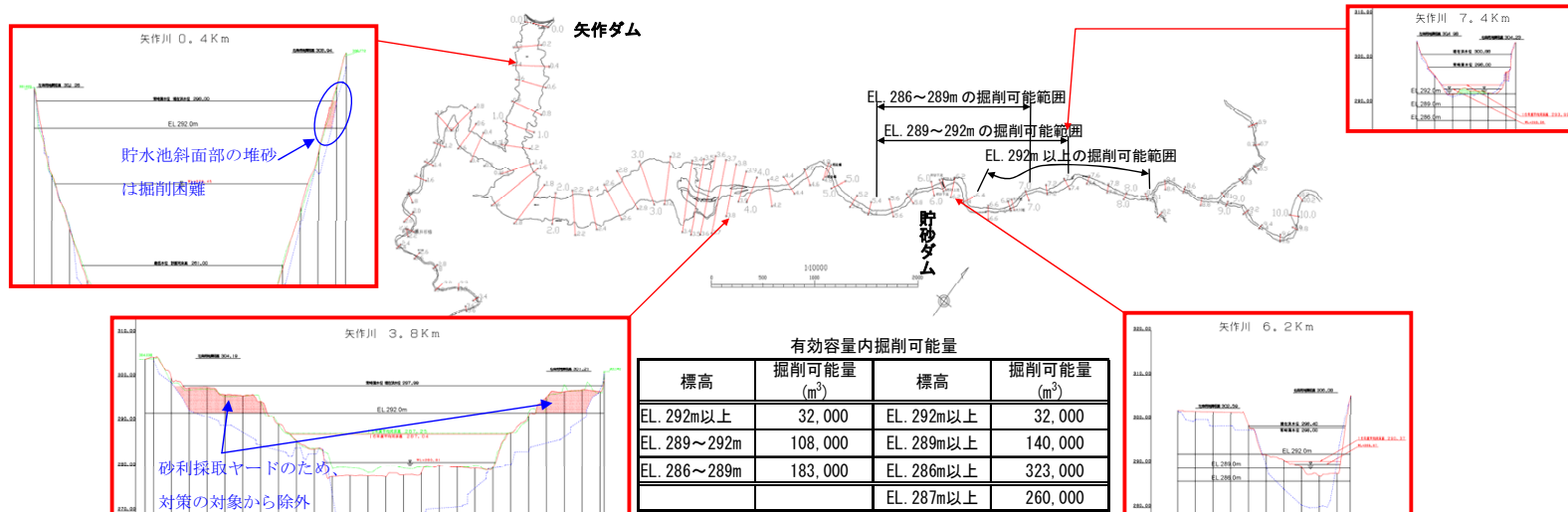


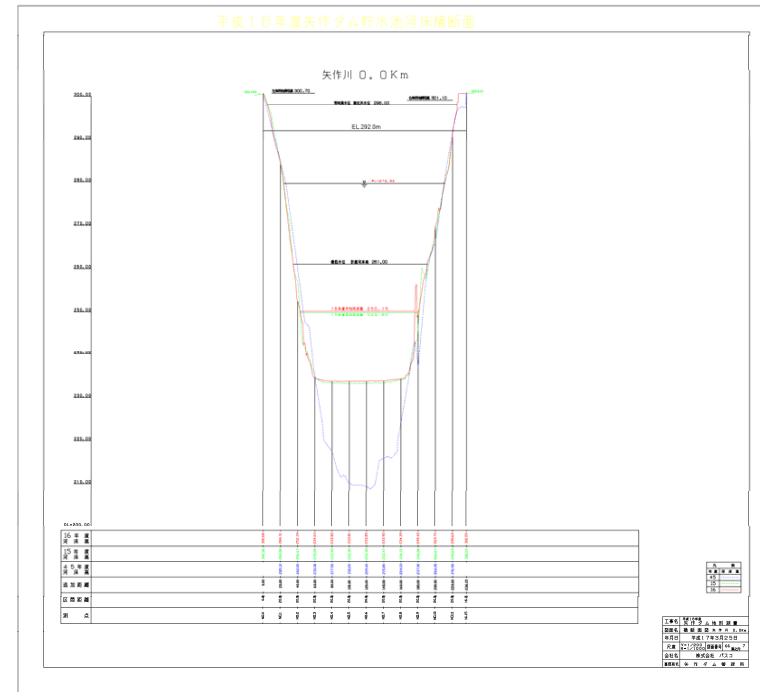
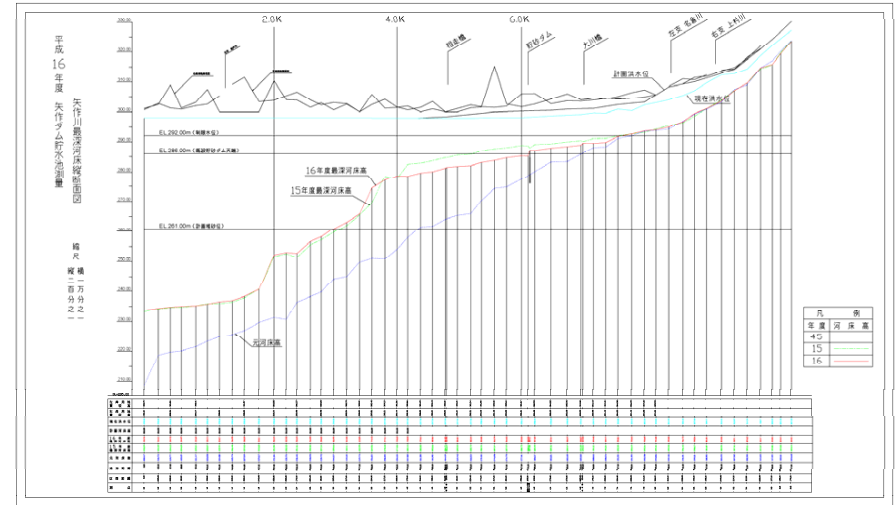
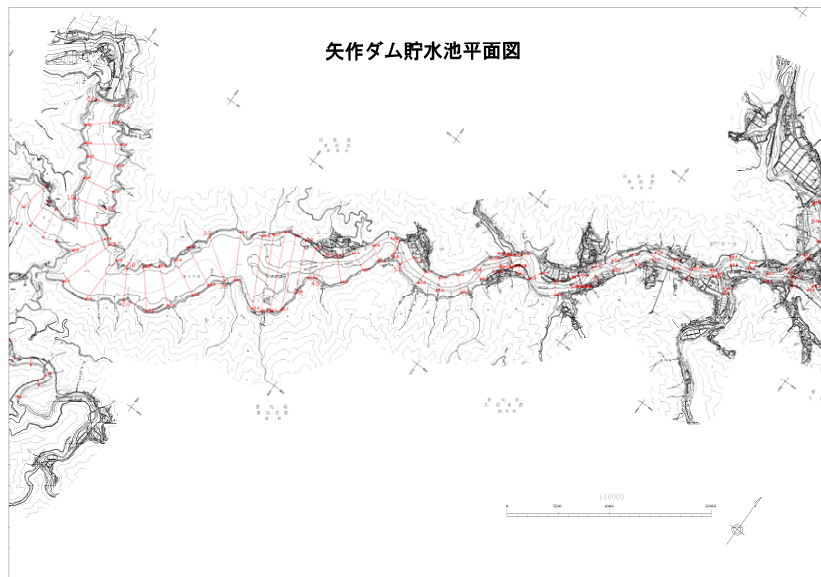
図 1-2 矢作ダム貯水池平面図と治水容量内掘削可能箇所

表 1-2 標高別・区間別掘削可能量の算定表

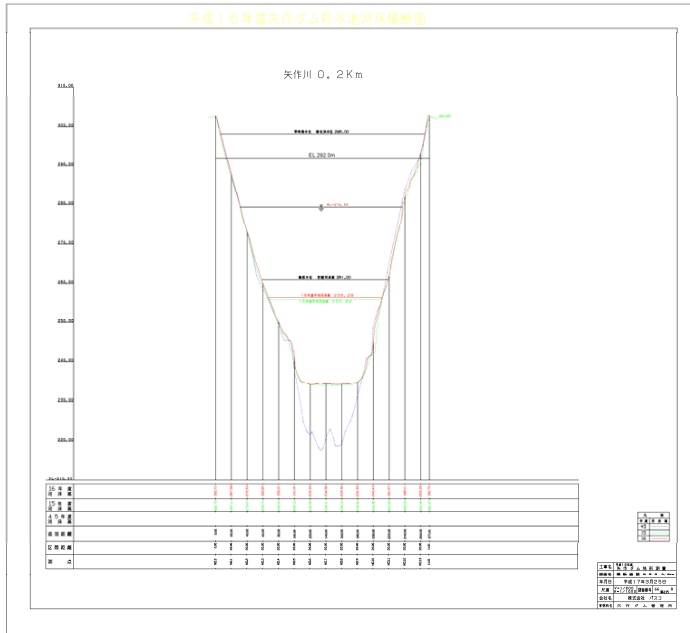
断面名称	区間距離 (m)	標高区間別面積				EL. 286以上				EL. 287以上				EL. 289以上				EL. 292以上			
		EL. 286 -289	EL. 287 -289	EL. 289 -292	EL. 292-	面積 (m ²)	平均面積 (m ²)	体積 (m ³)	貯砂ダム 上下流 体積 (m ³)	面積 (m ²)	平均面積 (m ²)	体積 (m ³)	貯砂ダム 上下流 体積 (m ³)	面積 (m ²)	平均面積 (m ²)	体積 (m ³)	貯砂ダム 上下流 体積 (m ³)	面積 (m ²)	平均面積 (m ²)	体積 (m ³)	貯砂ダム 上下流 体積 (m ³)
5. 2km	0	0. 0		0. 0	0. 0	0. 0				0. 0				0. 0				0. 0			
5. 4km	174	29. 4	15. 4	11. 6	12. 6	53. 6	26. 8	4, 663		39. 6	19. 8	3, 445		24. 2	12. 1	2, 105		12. 6	6. 3	1, 096	
5. 6km	217	75. 4	46. 3	35. 4	8. 3	119. 1	86. 4	18, 738		90. 0	64. 8	14, 062		43. 7	34. 0	7, 367		8. 3	10. 5	2, 268	
5. 8km	201	52. 6	39. 4	14. 8	0. 0	67. 4	93. 3	18, 743		54. 2	72. 1	14, 492		14. 8	29. 3	5, 879		0. 0	4. 2	834	
6. 0km	250	27. 0	4. 6	0. 0	0. 0	27. 0	47. 2	11, 800		4. 6	29. 4	7, 350		0. 0	7. 4	1, 850		0. 0	0. 0	0	
貯砂ダム下流	109	68. 7	50. 1	31. 5	10. 5	110. 7	68. 9	7, 505	61, 449	92. 1	48. 4	5, 270	44, 619	42. 0	21. 0	2, 289	19, 491	10. 5	5. 3	572	4, 770
貯砂ダム上流	0	99. 0	46. 9	22. 2	3. 4	124. 6	117. 7	0	261, 225	72. 5	82. 3	0	215, 638	25. 6	33. 8	0	120, 122	3. 4	7. 0	0	27, 154
6. 2km	109	169. 4	101. 2	65. 9	0. 0	235. 3	180. 0	19, 615		167. 1	119. 8	13, 058		65. 9	45. 8	4, 987		0. 0	1. 7	185	
6. 4km	270	179. 9	116. 3	100. 1	31. 9	311. 9	273. 6	73, 872		248. 3	207. 7	56, 079		132. 0	99. 0	26, 717		31. 9	16. 0	4, 307	
6. 6km	270	108. 1	76. 4	35. 9	1. 1	145. 1	228. 5	61, 695		113. 4	180. 9	48, 830		37. 0	84. 5	22, 815		1. 1	16. 5	4, 455	
6. 8km	225	100. 3	78. 2	62. 6	0. 0	162. 9	154. 0	34, 650		140. 8	127. 1	28, 598		62. 6	49. 8	11, 205		0. 0	0. 6	124	
7. 0km	210	17. 8	17. 8	85. 8	17. 9	121. 5	142. 2	29, 862		121. 5	131. 2	27, 542		103. 7	83. 2	17, 462		17. 9	9. 0	1, 880	
7. 2km	203	13. 7	13. 7	50. 6	4. 5	68. 8	95. 2	19, 315		68. 8	95. 2	19, 315		55. 1	79. 4	16, 118		4. 5	11. 2	2, 274	
7. 4km	204	0. 0	0. 0	8. 0	26. 4	34. 4	51. 6	10, 526		34. 4	51. 6	10, 526		34. 4	44. 8	9, 129		26. 4	15. 5	3, 152	
7. 6km	228	0. 0			3. 9	3. 9	19. 2	4, 366		3. 9	19. 2	4, 366		3. 9	19. 2	4, 366		3. 9	15. 2	3, 454	
7. 8km	214	0. 0			15. 2	15. 2	9. 6	2, 044		15. 2	9. 6	2, 044		15. 2	9. 6	2, 044		15. 2	9. 6	2, 044	
8. 0km	186	0. 0			3. 9	3. 9	9. 6	1, 776		3. 9	9. 6	1, 776		3. 9	9. 6	1, 776		3. 9	9. 6	1, 776	
8. 2km	213	0. 0			29. 0	29. 0	16. 5	3, 504		29. 0	16. 5	3, 504		29. 0	16. 5	3, 504		29. 0	16. 5	3, 504	
計								322, 675	322, 675			260, 257	260, 257			139, 613	139, 613			31, 924	31, 924

参考資料 矢作ダム貯水池横断面図（治水容量内の掘削可能箇所）

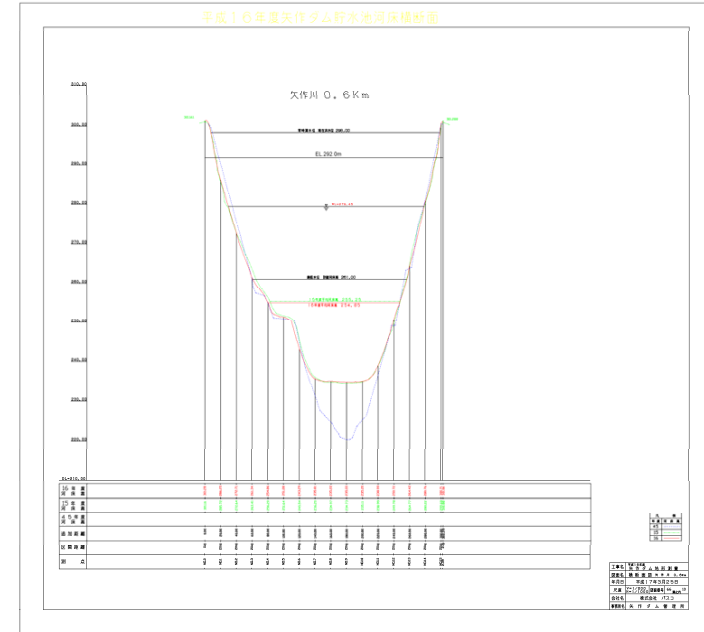
頁	図名	治水容量内掘削について		頁	図名	治水容量内掘削について	
		掘削不可掘削所	掘削可能掘削所			掘削不可掘削所	掘削可能掘削所
	矢作ダム貯水池平面図			21	横断面 3.7km		
	最深河床横断面			22	横断面 3.8km	砂利採取ヤード	
1	横断面 0.0km			23	横断面 3.9km	左岸斜面	
2	横断面 0.2km			24	横断面 4.0km	右岸盛土	
3	横断面 0.4km	右岸斜面		25	横断面 4.2km	右岸斜面	
4	横断面 0.6km			26	横断面 4.4km 4.6km	左岸斜面・盛土	
5	横断面 0.8km			27	横断面 4.8km 相走橋	右岸盛土	
6	横断面 1.0km			28	横断面 5.0km 5.2km	右岸盛土	
7	横断面 1.2km	右岸斜面		29	横断面 5.4km 5.6km	右岸水路	右岸
8	横断面 1.4km			30	横断面 5.8km 6.0km	右岸水路・左右岸斜面	右岸
9	横断面 1.6km			31	横断面 貯砂ダム下流 貯砂ダム上流	右岸斜面	貯砂ダム左岸
10	横断面 1.8km			32	横断面 6.2km 6.4km	左岸盛土・右岸水路	6.4km右岸河床部
11	横断面 2.0km			33	横断面 6.6km 6.8km	左岸斜面・右岸水路	6.6km右岸河床部
12	横断面 2.2km	左右岸斜面		34	横断面 大川橋 7.0km		7.0km左岸河床部
13	横断面 2.4km			35	横断面 7.2km 7.4km	左岸斜面・右岸水路	河床部
14	横断面 2.6km			36	横断面 7.6km 7.8km		河床部
15	横断面 2.8km	右岸斜面		37	横断面 8.0km 8.2km		8.2km河床部
16	横断面 3.0km			38	横断面 8.4km 8.6km	左岸斜面下部	
17	横断面 3.2km			39	横断面 8.8km 9.0km		
18	横断面 3.4km			40	横断面 9.2km 9.4km		
19	横断面 3.5km	左岸斜面		41	横断面 9.6km 9.8km		
20	横断面 3.6km	左岸斜面		42	横断面 10.0km 10.2km		



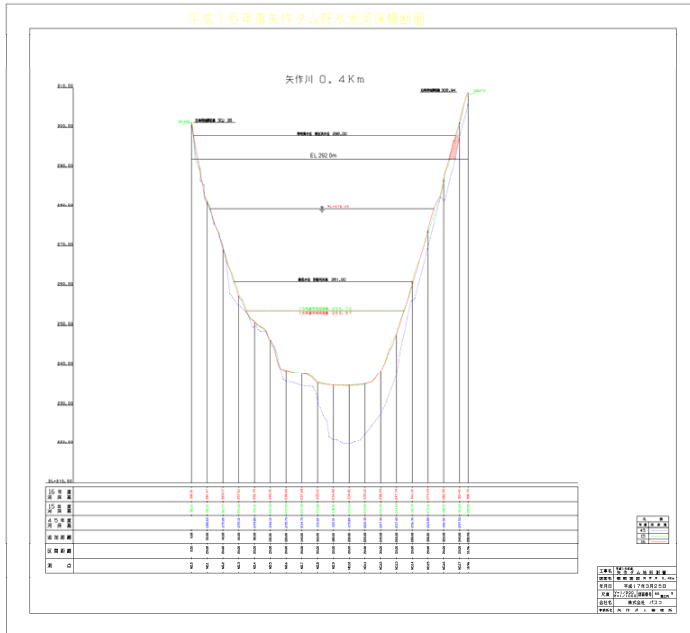
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



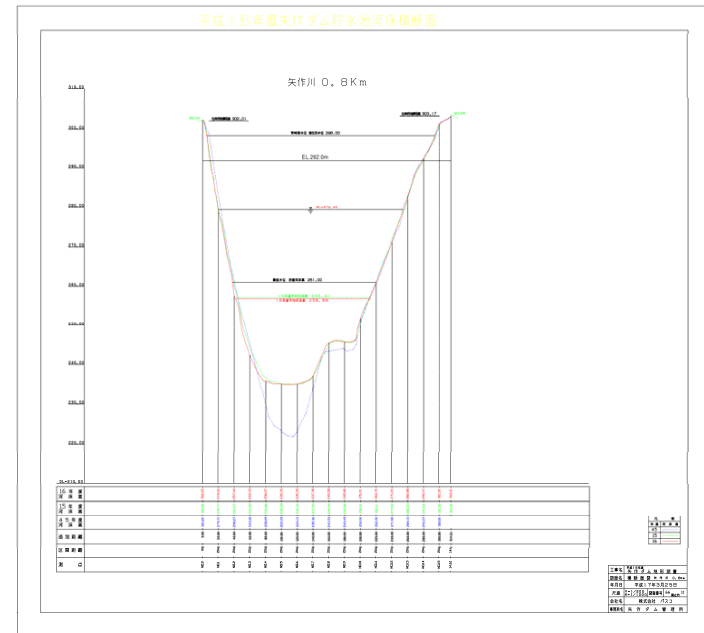
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



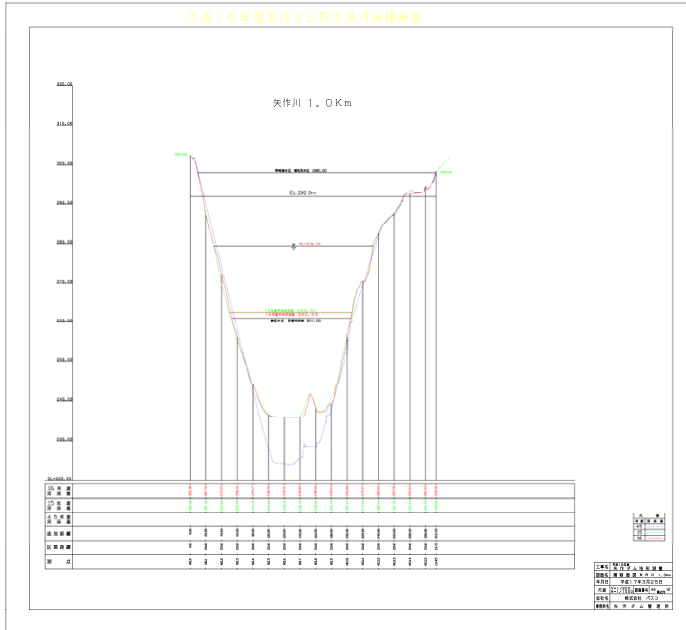
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



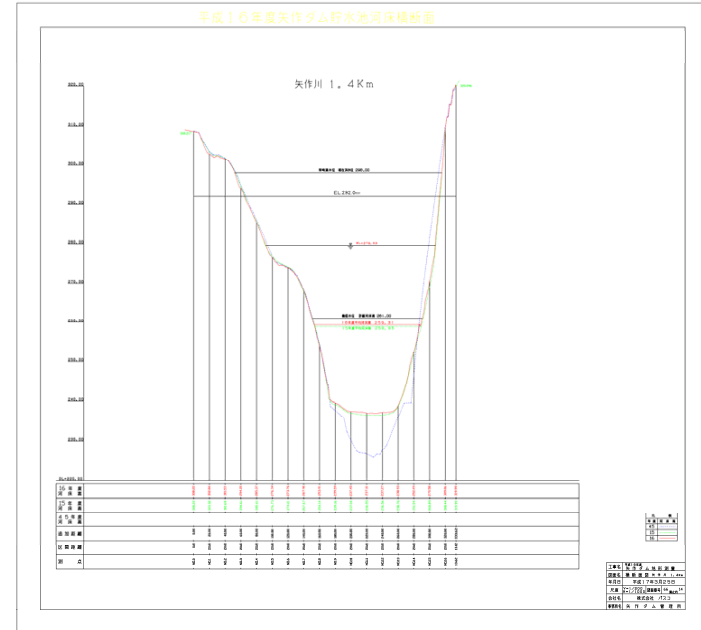
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



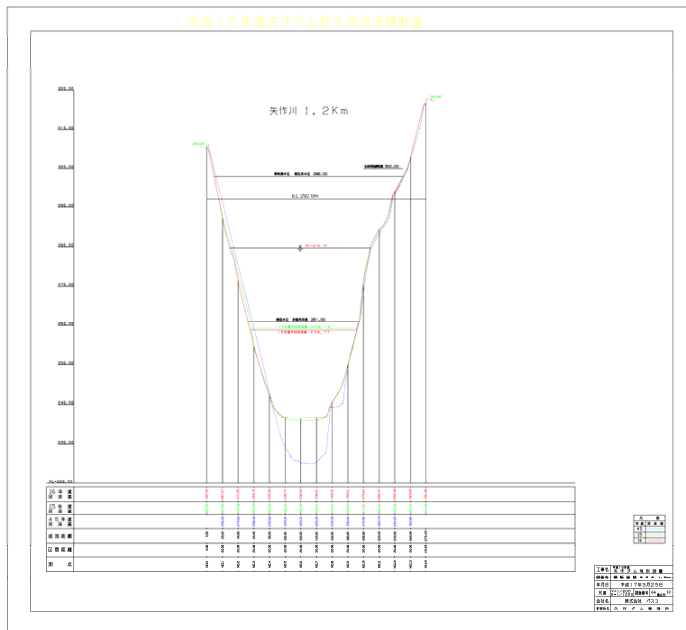
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



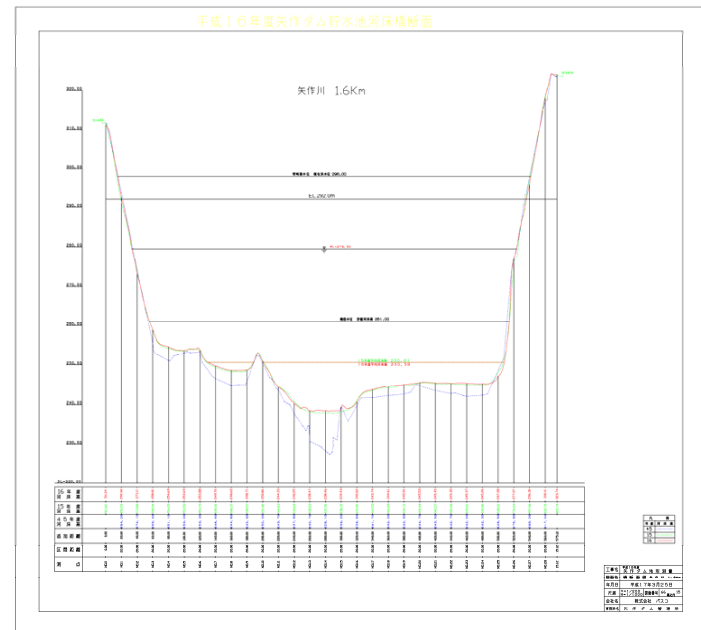
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



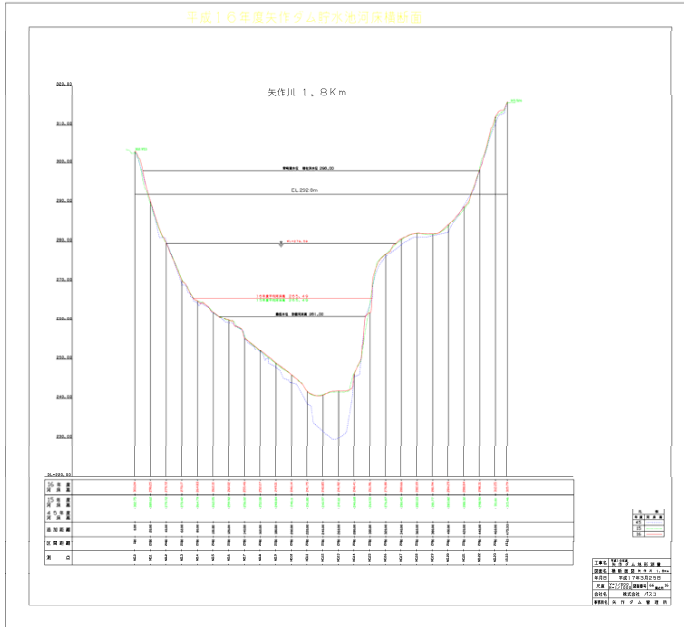
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



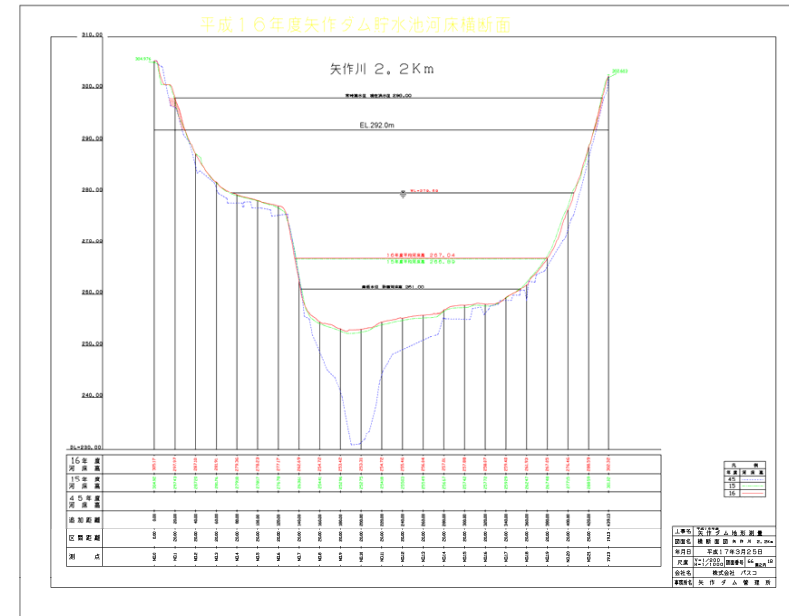
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



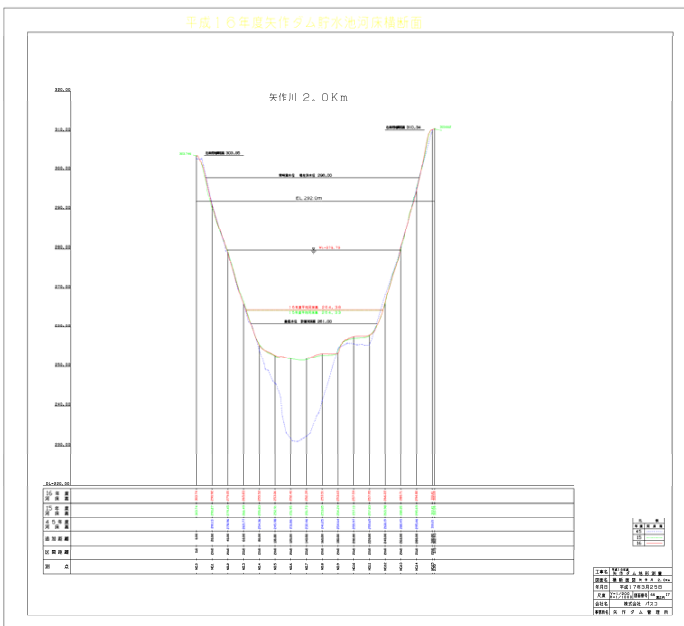
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



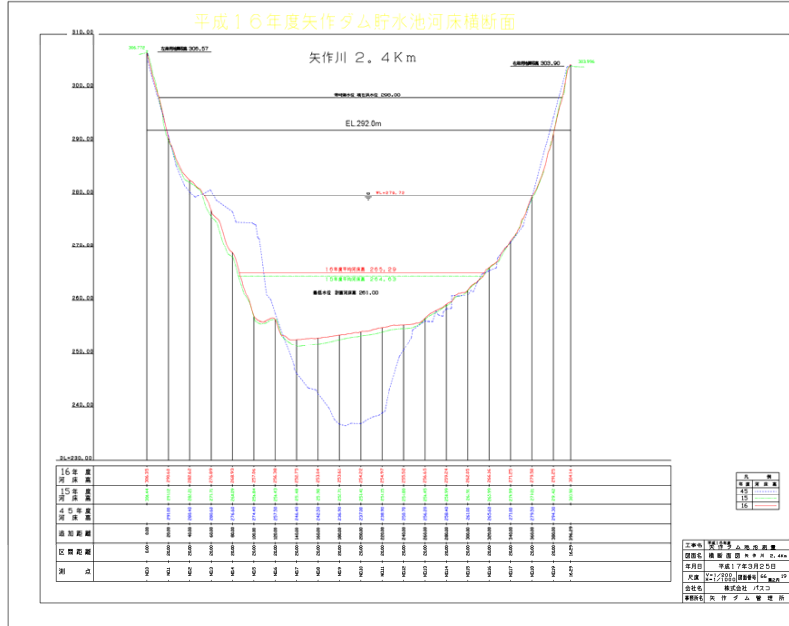
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



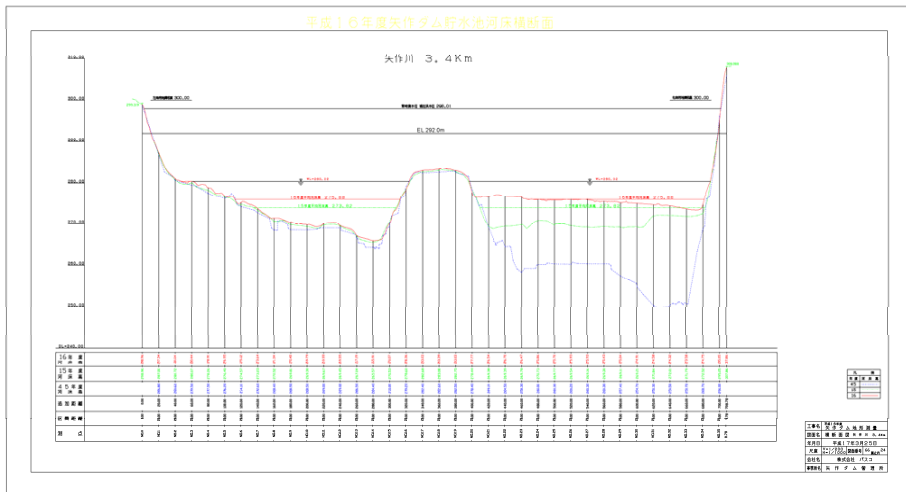
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



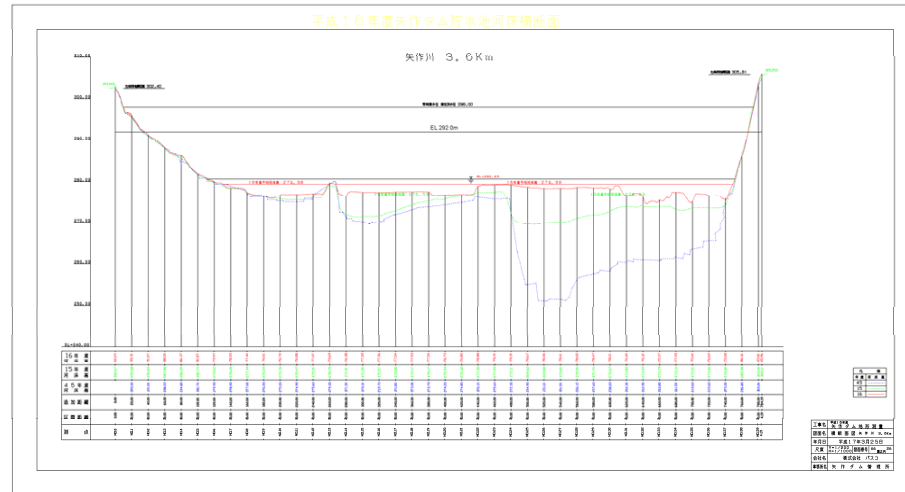
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



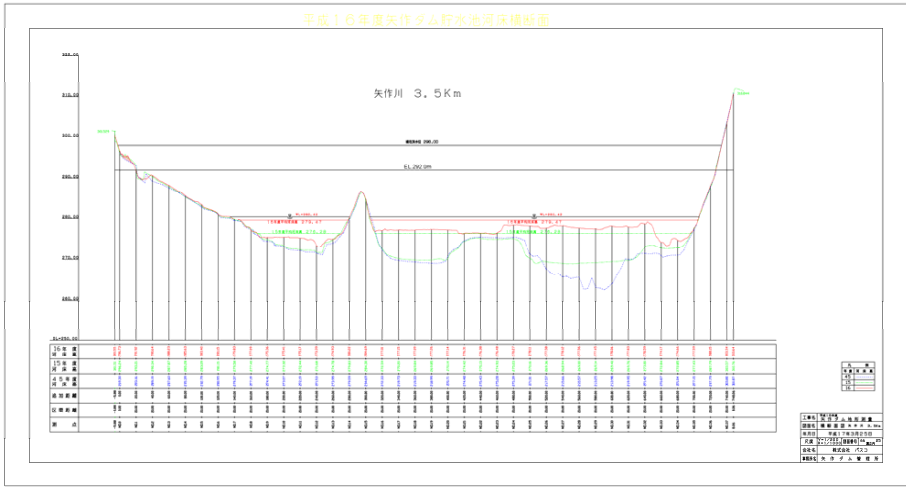
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



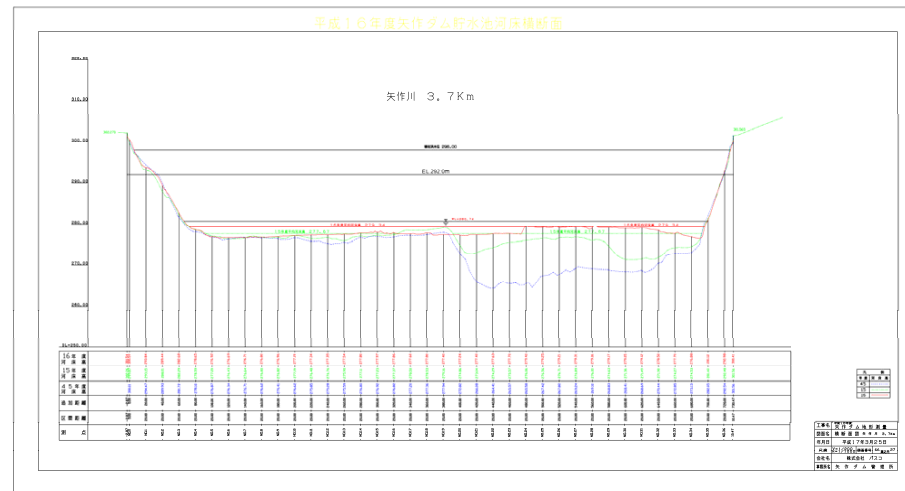
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面

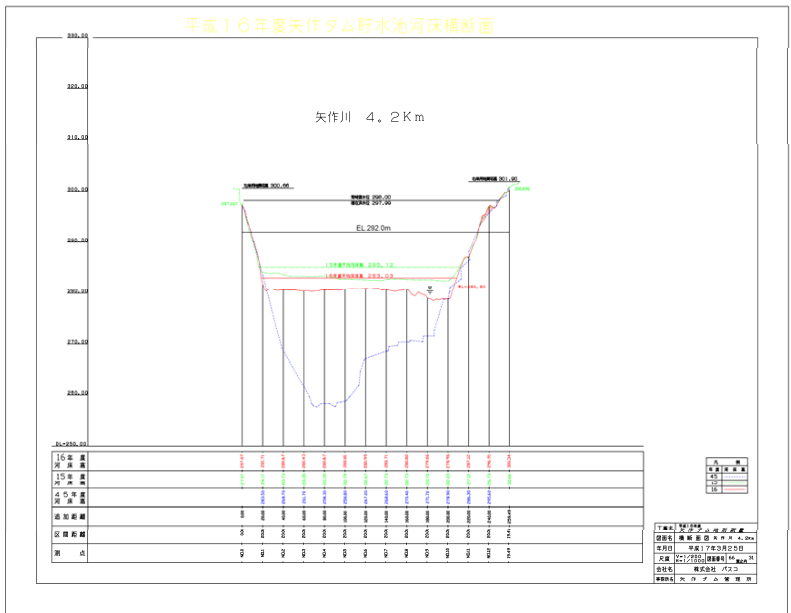
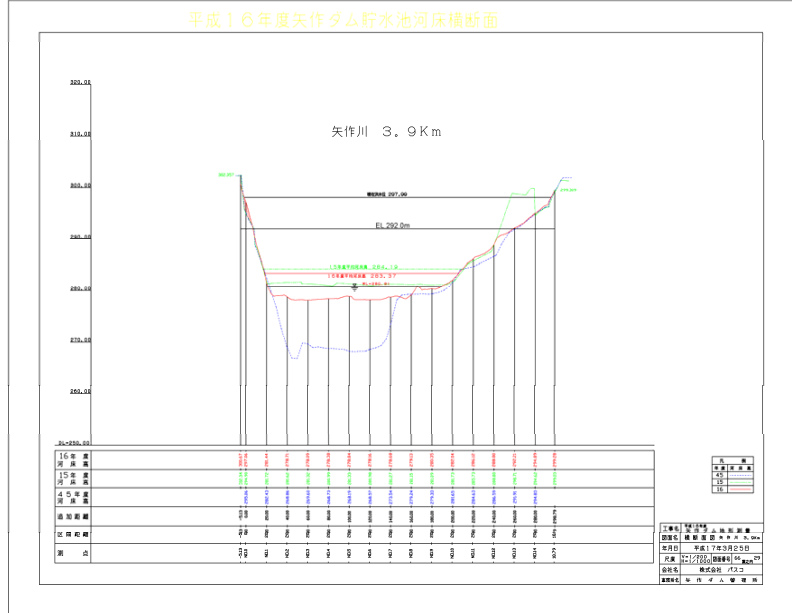
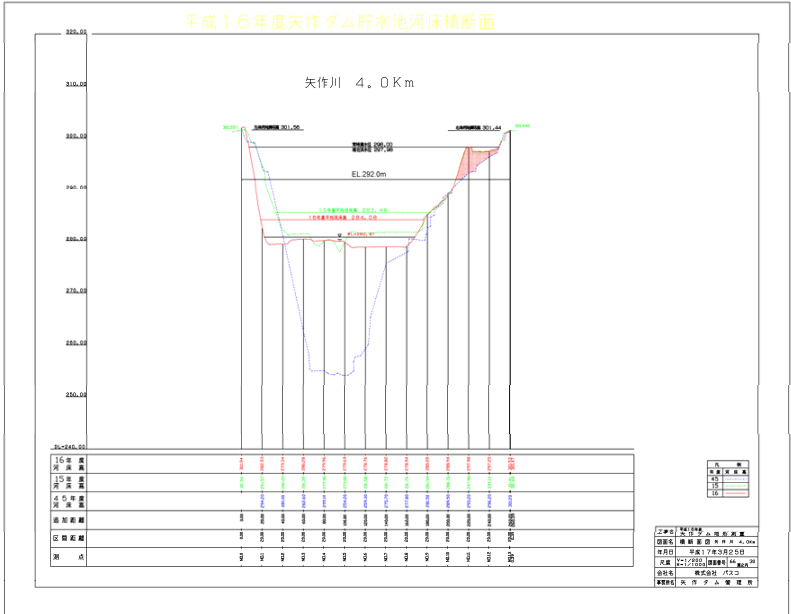
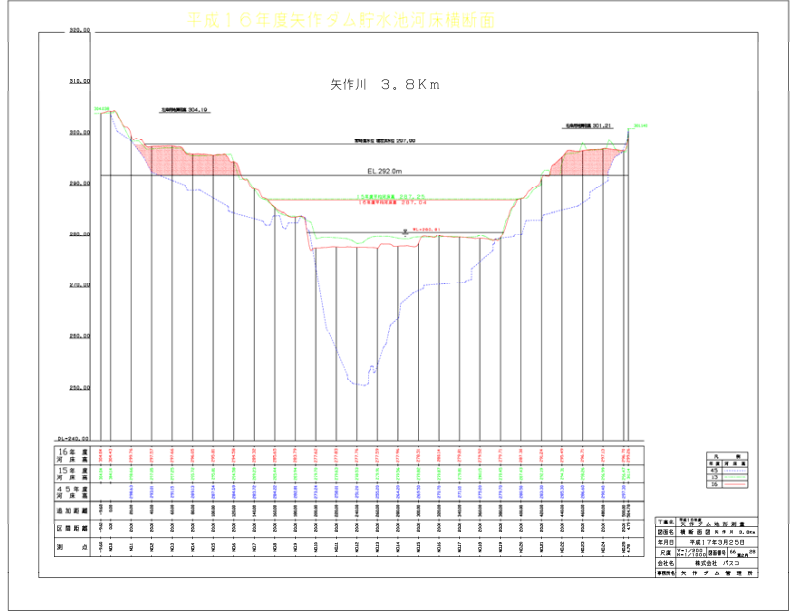


平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面

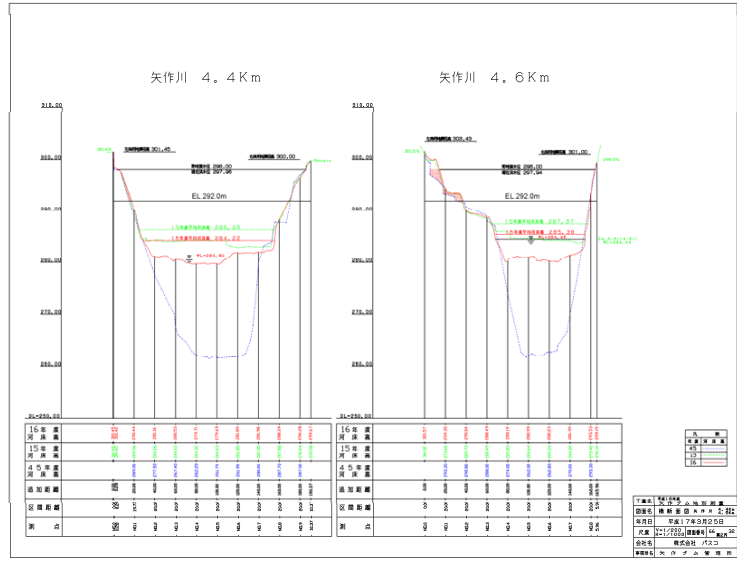


平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面

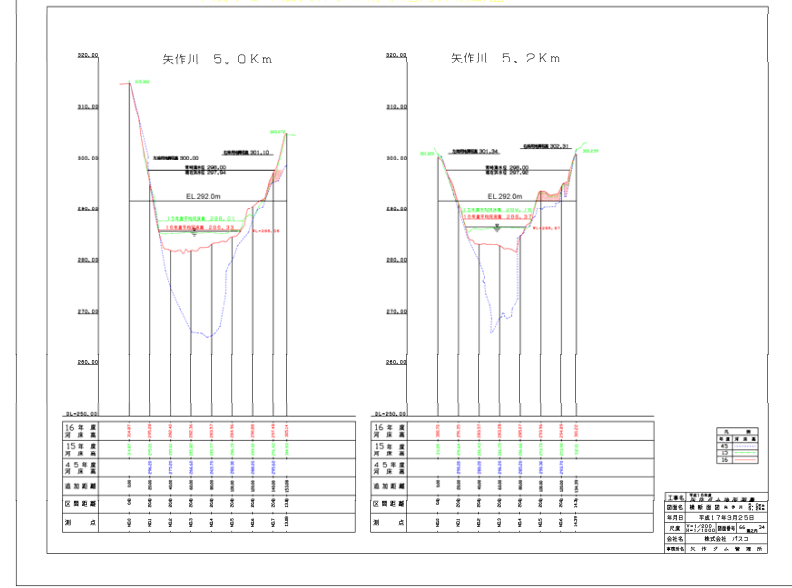




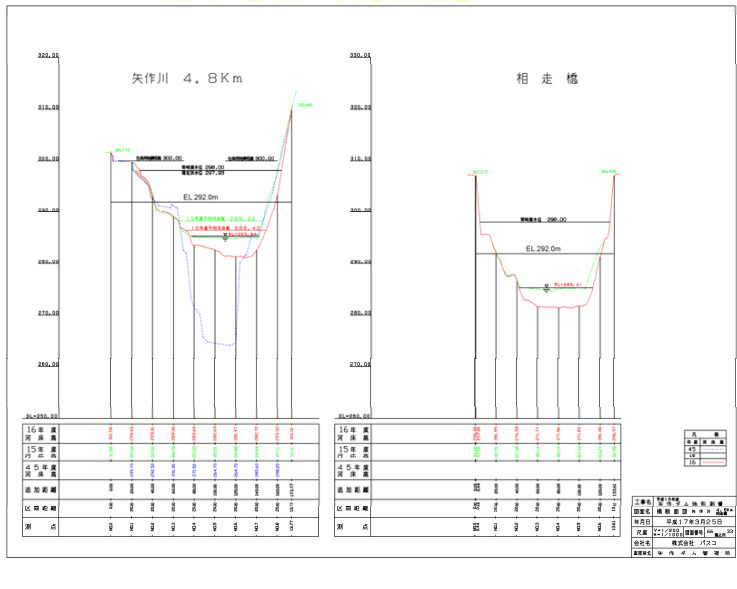
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



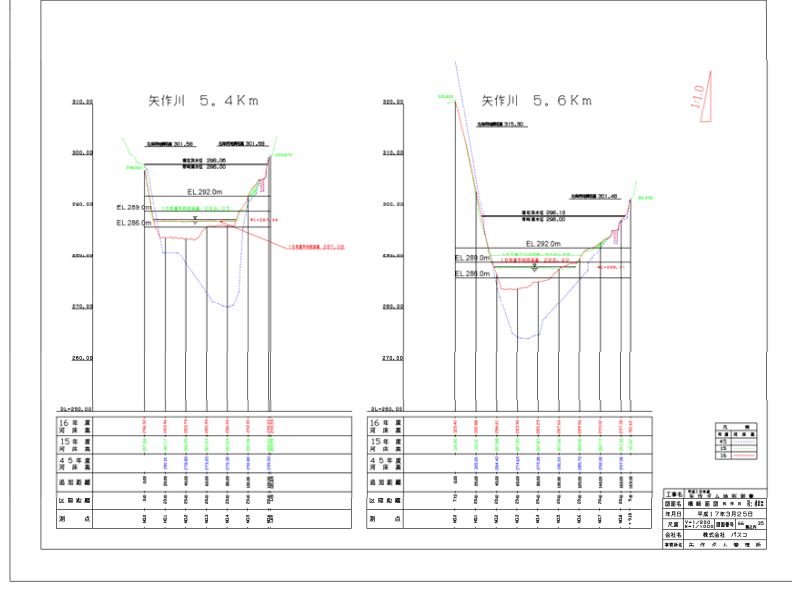
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



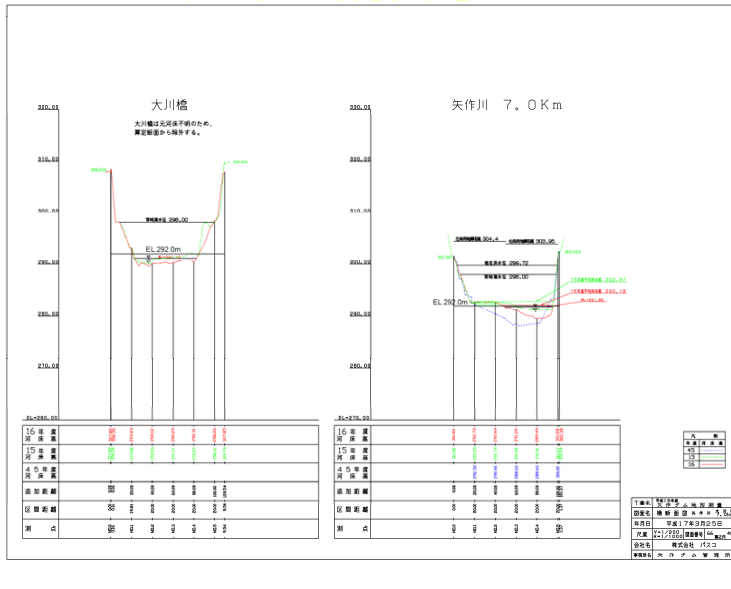
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



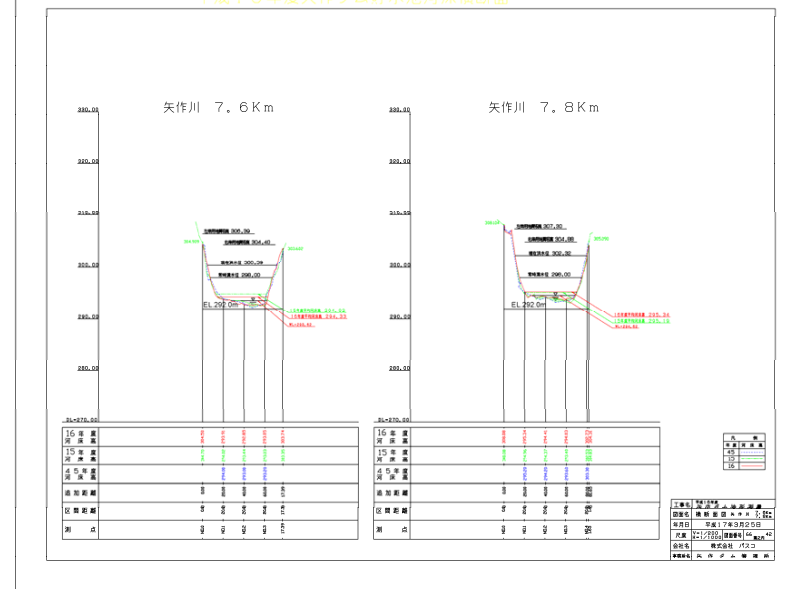
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



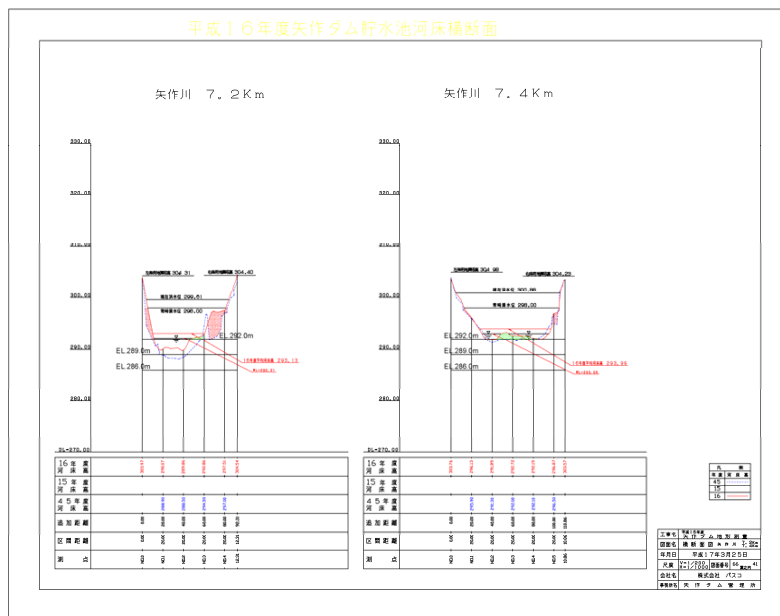
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面



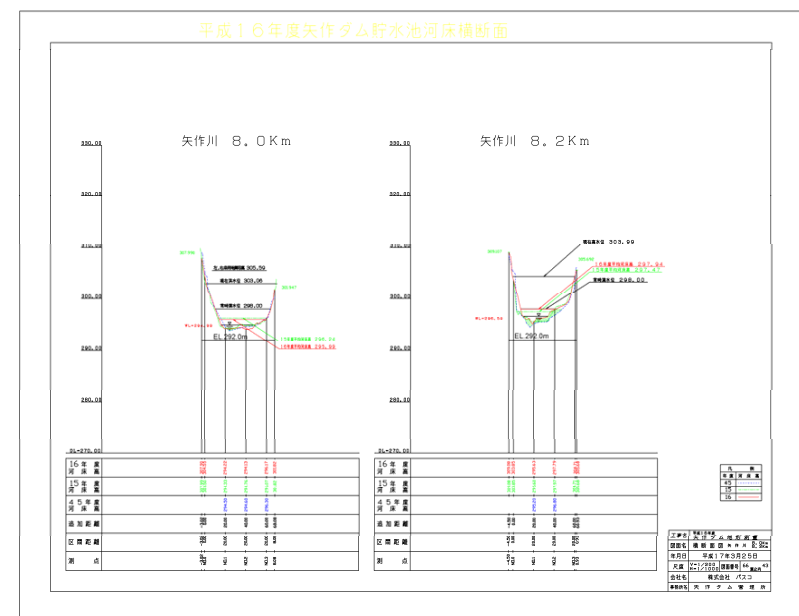
平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面

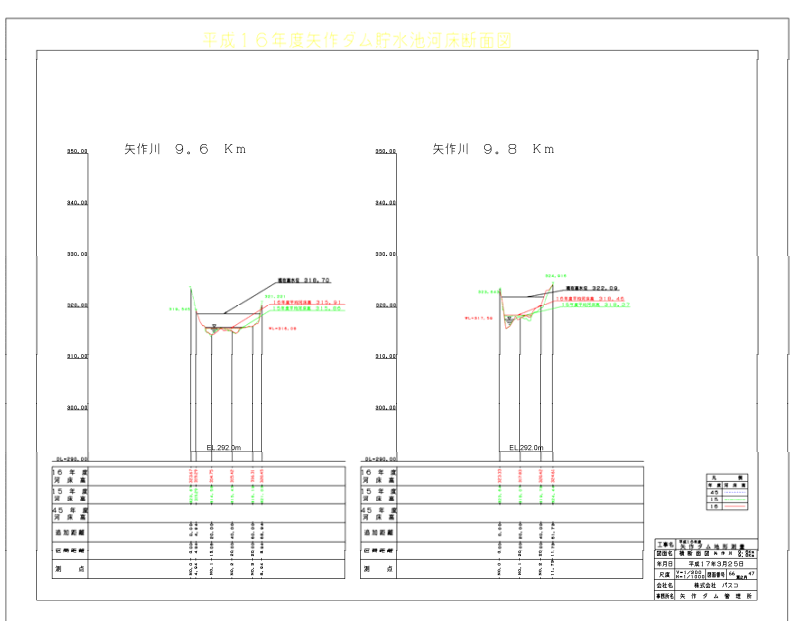
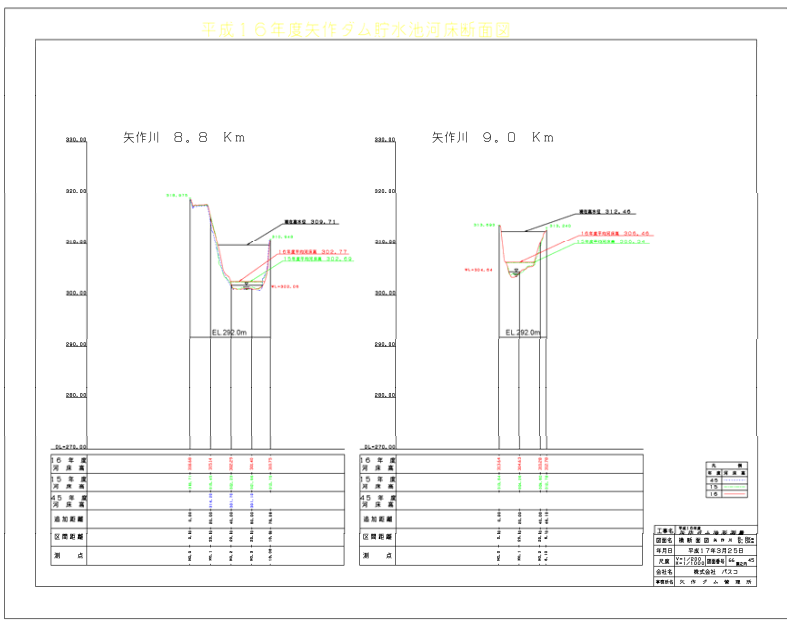
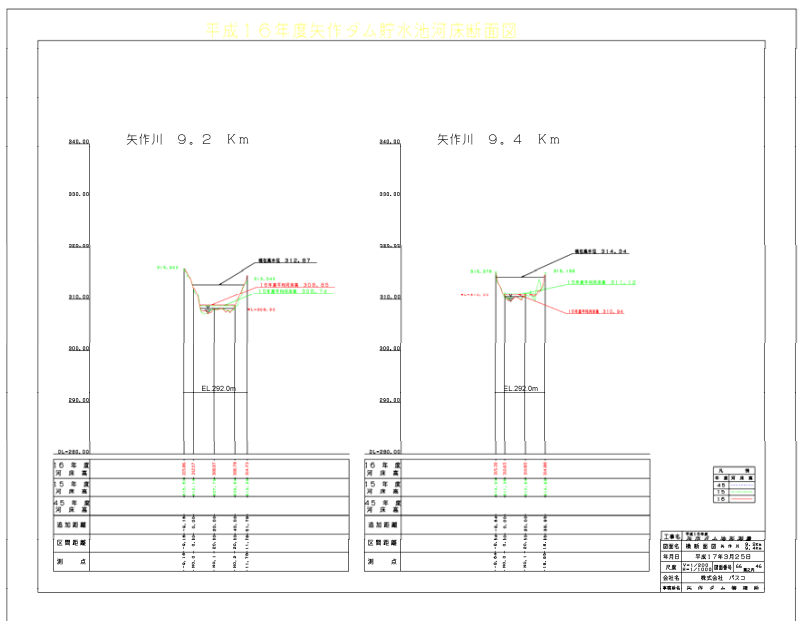
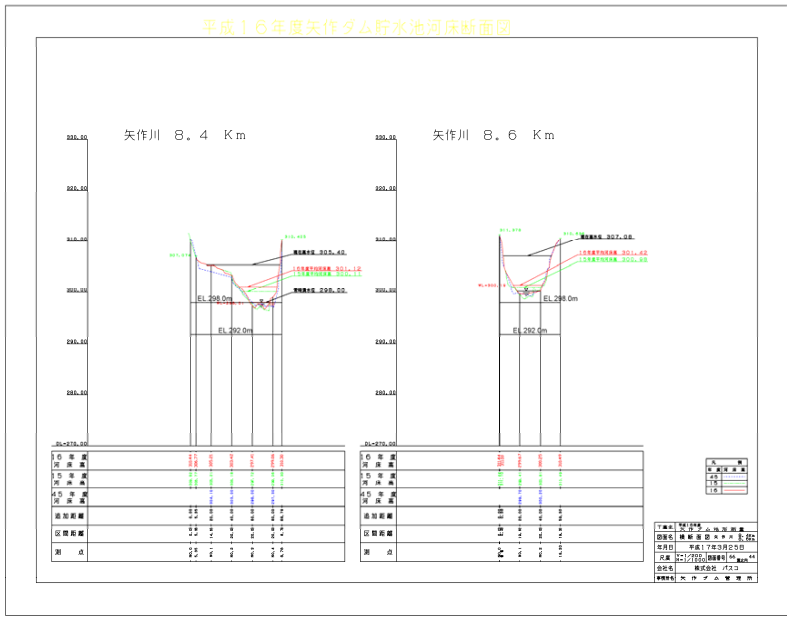


平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面

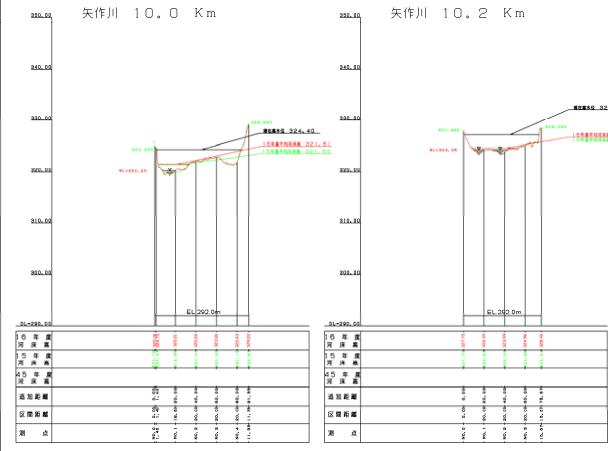


平成16年度矢作ダム貯水池河床横断面





平成16年度矢作ダム貯水池河床断面図



1.2 矢作ダム堆砂量の算定方法

(1) 実績堆砂量の考え方

計画貯水池容量は、総容量 80,000,000m³ が図 1-3 のような配分で定められている。

この容量の算定は、大縮尺の図面 (S=1/1000 ないしは S=1/5000 等の航空測量平面図) にもとづき、コンター法で算出したものと予想される。

一方、毎年の貯水池運用や堆砂量算定には、200m 間隔で測量された横断面と区間距離から求められる平均断面法によって求めた貯水量が用いられる。

ダム建設時の元河床を用いて平均断面法による計画貯水量 (約 76.200 千 m³) と、コンター法で求めた計画貯水量 (約 80.000 千 m³) との差分は総貯水容量で約 380 万 m³ となる。

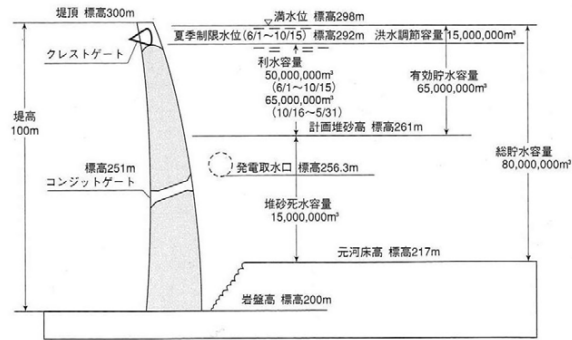


図 1-3 各容量配分図

表 1-3 コンター法と平均断面法による貯水量の比較

	計画貯水量 コンター法により算出	昭和 45 年貯水量 平均断面法により算出	コンター法と 平均断面法の差分
総貯水容量	80,000,000	76,135,400	3,864,600
有効容量	65,000,000	61,843,700	3,156,300
治水容量	15,000,000	14,231,800	766,200
利水容量	50,000,000	47,611,900	2,388,100
堆砂容量	15,000,000	14,291,700	708,300

他のダムは、差分を初年度の堆砂量として扱われる測定方法による差分なので、堆砂量を計画貯水容量－測量時点容量で求めた場合には、実績堆砂量はその差分を引いた値となる。

平成 15 年度を例に挙げ示すと、表 1-4 となる。

表 1-4 各容量内の実績堆砂量

	平成 15 年度堆砂量 (計画貯水量-現貯水量)	コンター法と 平均断面法の差分	平成 15 年度 実績堆砂量
全堆砂量	14,708,000	3,864,600	10,843,400
有効容量内堆砂量	8,548,000	3,156,300	5,391,700
治水容量内堆砂量	1,000,000	766,200	231,800
利水容量内堆砂量	7,548,000	2,388,100	5,159,900
堆砂容量内堆砂量	6,160,000	708,300	5,451,700

(2) 堆砂量算定の考え方

堆砂量算定の基本事項

貯水池内の堆砂量は、「堆砂量＝計画貯水容量－各年貯水容量」により算出している。

① 計画貯水容量(コンター法)

計画貯水容量は、ダム建設時に大縮尺平面図 (S=1/1000 ないしは S=1/5000 等) を用いて貯水区域内 (湛水区域内) をコンター法 (等高線に沿った面積を測定) によって算出する。

② 貯水容量(平均断面法)

貯水容量は、ダム運用開始年の横断面を用いて、平均断面法 (ある側線に沿った断面を計測し、その断面に断面間距離を乗じて算出) により貯水容量を算出する。

各貯水容量内の堆砂量

① 公表値

矢作ダム貯水池における各容量内堆砂量は、横断面から平均断面法により算出した各年貯水容量を用い、計画貯水容量 (コンター法) から各年貯水容量 (平均断面法) の差分で算出する。

② 実績堆砂量

貯水池内に実際に堆積している土砂量は、平均断面法により算出した計画貯水容量を用いて、各横断面に堆積している土砂量を算出する。

従前公表値の年堆砂量

① 測定方法の変更により、平成元年に急激に堆砂量が増加しているのは、昭和 45 年から昭和 63 年の測量資料は、測点 0.0～3.0km の区間において、400m 間隔のデータを用いて算定し、それより上流は 200m 間隔のデータを用いて堆砂量を算定しているためである。

② 平成 13 年には大きな出水もないのに、約 900 千 m³ の堆積が生じているのは、一部の測量断面を修正したためである。

③ その他に堆砂量の算出基準水面として、貯水池の計画高水位 EL.+298m を水平として算定している年度と、下流端水位を EL.+298m とし計画流量 2,300m³/s が流下した場合の計画高水位を基準として算定している年度がある。

測量間隔の違いによる貯水量

測量間隔の違いによる貯水量の差は、200m 間隔の全断面が測量されている昭和 58 年と昭和 62 年度成果にもとづいて、測点 0.0～3.0km 区間の貯水量を 200m と 400m ピッチで測量された横断面を用いて平均断面法により算出した結果は表 1-5 のとおりとなる。

表 1-5 測量間隔の違いによる貯水量

年度	200m ピッチ (m ³)	400m ピッチ (m ³)	差分 (m ³)
昭和 58 年	40,587,713	43,551,625	2,963,912
昭和 62 年	40,526,053	43,314,556	2,788,503

この区間の貯水量は 400m ピッチで算出した値は、200m ピッチで算出した値より、2,800,000m³～3,000,000m³ 多くなる。

堆砂量は、元河床で求めた貯水量から、現河床で求めた貯水量を差し引いて算出されるので、200m ピッチで算出した堆砂量は、400m ピッチで算出した堆砂量より、2,800～3,000 千 m³ 多いことになる。

平成元年値が昭和 63 年値に比較して、2,400 千 m³ が急激に増大しているのは、この測量間隔データの原因と考えられる。

補完断面

測量間隔が (200m と 400m 間隔) の違いにより、同一データを用いても堆砂量の算出値に大きな違いがある。このことから、400m 間隔で測量の行われた昭和 50 年度～昭和 61 年度 (昭和 58 年度除く) の間については、未測量断面 (補完地点) について補完を行い、補完断面も用いて堆砂量を算出することとした。

(3) 年堆砂量の算出

年堆砂量は、昭和45年の計画高水位を基準面として、各測線における通水断面積を求め、貯水量を出し、当初の計画貯水容量から現在の貯水量を差し引いて、その差分を堆砂量としている。

一般にダム建設当初の計画貯水容量は、計画貯水位を基準として定められているので、本来ならば堆砂量も計画時の基準水位から定められるべきである。矢作ダムの貯水池は、基準水位として昭和45年計画高水位を採用している。

したがって、基準水面を計画満水位 EL.+298m として、堆砂量を算出しながら、従前公表値と基準面を EL.+298m の水平とし、0.0~3.0m 区間の未測量断面については、補完断面を用いて修正値を算出した。

昭和63年以前の大きな差は、補完断面の有・無による差であり、平成元年以降は基準水面による差となっている。

平成12年度の差は、測定の錯誤を修正したことによる差である。

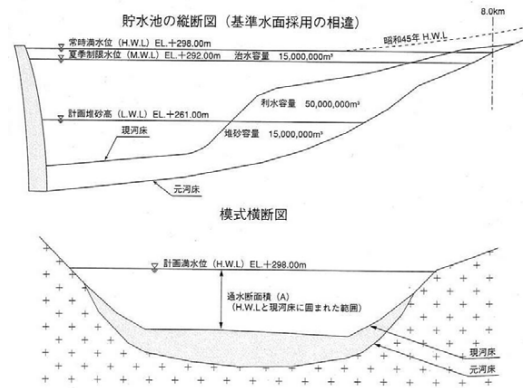
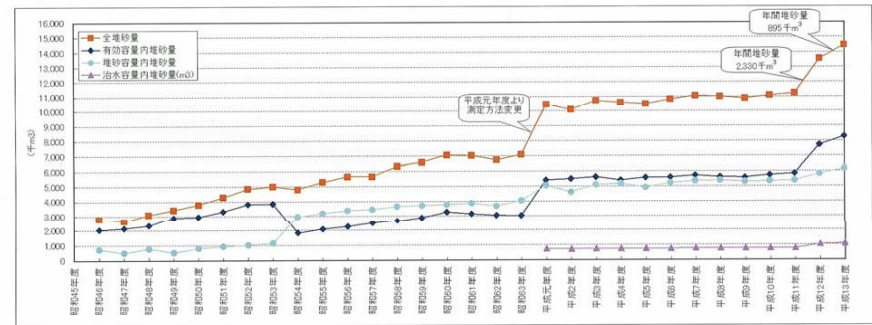


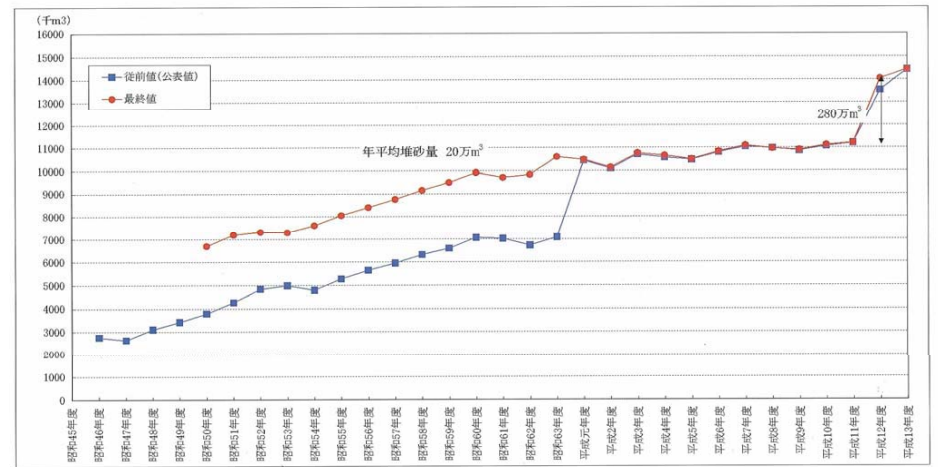
図 1-4 貯水量(堆砂量)の算出模式図

	当初貯水量	昭和46年度	昭和47年度	昭和48年度	昭和49年度	昭和50年度	昭和51年度	昭和52年度	昭和53年度	昭和54年度	昭和55年度	昭和56年度	昭和57年度	昭和58年度	昭和59年度	昭和60年度	昭和61年度	昭和62年度	昭和63年度
全埋砂量(m³)	40,000,000	2,783,000	2,836,000	3,103,000	3,423,000	3,743,000	4,280,000	4,821,000	4,986,000	4,782,000	5,276,000	5,645,000	5,653,000	6,222,000	6,596,000	7,092,000	7,022,000	6,728,000	7,087,000
有効容量内埋砂量(m³)	40,000,000	3,743,000	3,796,000	4,063,000	4,383,000	4,703,000	5,240,000	5,781,000	5,946,000	5,742,000	6,236,000	6,605,000	6,613,000	7,182,000	7,556,000	8,052,000	7,982,000	7,688,000	8,047,000
埋砂容量内埋砂量(m³)	15,000,000	322,000	375,000	702,000	1,022,000	1,342,000	1,879,000	2,420,000	2,585,000	2,381,000	2,875,000	3,244,000	3,252,000	3,821,000	4,195,000	4,691,000	4,621,000	4,327,000	4,686,000
		4.8%	3.2%	2.3%	2.9%	3.6%	4.4%	5.7%	6.8%	6.2%	7.9%	9.1%	9.2%	11.2%	12.4%	13.4%	13.1%	12.6%	13.0%



矢作ダム貯水池堆砂量経年変化

	昭和46年度	昭和47年度	昭和48年度	昭和49年度	昭和50年度	昭和51年度	昭和52年度	昭和53年度	昭和54年度	昭和55年度	昭和56年度	昭和57年度	昭和58年度	昭和59年度	昭和60年度	昭和61年度	昭和62年度	昭和63年度
総埋砂量(m³)	従前値(公表値)	2,783,000	2,836,000	3,103,000	3,423,000	3,783,000	4,289,000	4,831,000	4,986,000	4,782,000	5,276,000	5,645,000	5,645,000	5,953,000	6,322,000	6,596,000	7,092,000	7,022,000
修正値		2,783,000	2,836,000	3,103,000	3,423,000	3,783,000	4,289,000	4,831,000	4,986,000	4,782,000	5,276,000	5,645,000	5,645,000	5,953,000	6,322,000	6,596,000	7,092,000	7,022,000



従前公表値と断面補完、基準 EL.298m による修正堆砂量

1.3 堆砂対策の目標

矢作ダム堆砂対策の目標は、以下のとおりとする。

【矢作ダム堆砂対策の目標】

流入してくる全土砂量のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去・排砂する。さらに、利水容量内の堆積についても除去を行い、利水容量の回復を図る。

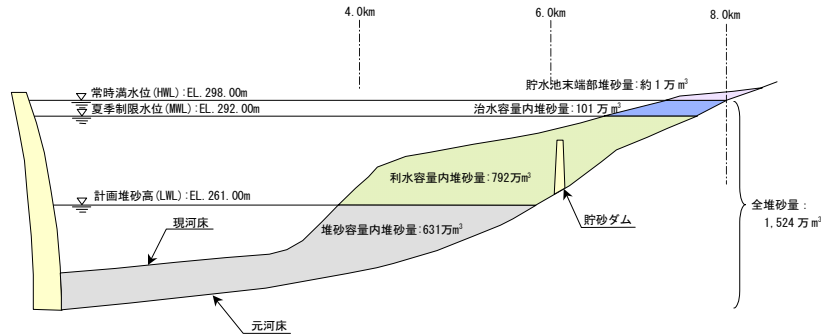


図 1-5 矢作ダムの堆砂の実態 (H16 時点、運用後 33 年経過)

1.4 目標に向けての戦略 (緊急対策と長期対策)

目標達成のための堆砂対策としては、規模の大きな排砂施設が必要になると想定され、その技術的課題などの理由により、ただちに具体的に事業化することは困難と考えられる。そのため、目標に向けての戦略として、対策を緊急対策と長期対策に分けて考えるものとする。

(1) 緊急対策

1) 緊急対策の目標

【緊急対策の目標】

長期対策完成までの暫定措置として、ただちに実現可能な対策を行う。
 1. 貯水池上流部の堆積土砂を除去し、建設当初の洪水調節機能の回復に努める。
 2. 極力、有効容量内の堆砂を進行させない。

目標 1 は、貯水池上流部の堆砂の除去を行う上での目標として、洪水調節機能の回復を基準として具体化した (努力目標)。

目標 2 は、長期対策完成までの暫定措置としての位置付けを踏まえて設定するものである (努力目標)。

2) 緊急対策の方法

【緊急対策の方法】

ただちに実現可能な対策として、陸上掘削による堆積土砂の排除 (必要に応じて貯砂ダムなどの建設を含むものとする) を行う。

陸上掘削による堆積土砂の排除を緊急対策として選定する理由は、下記のとおりである。

- ① 初期投資を必要とせず、経済的であること。
- ② これまでも矢作ダムにおいて行われてきた対策であり、確実であること。
- ③ 貯水池上流部の堆砂を除去することは、貯水池内への土砂流入を防ぐ上で効果的であること。
- ④ 洪水調節容量の早期回復が可能となること。

(2) 長期対策

【長期対策の目標】

流入してくる全土砂量のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去・排砂する。さらに、利水容量内の堆積土砂についても除去を行い、利水容量の回復を図る。

長期対策は、長期的な視点で考えるという意味ではなく、ここ数年のうちに対策を開始する緊急対策に対比して「長期」と呼称するものであり、矢作ダムの恒久的な堆砂対策としてできるだけ早期の実現を目指すものである。

(3) 緊急対策と長期対策の関係

緊急対策と長期対策の工程的な関係を表 1-6 にスケジュール(案)として示す。

表 1-6 緊急対策と長期対策のスケジュール(案)

年	3年	10年程度	...
緊急対策	検討 工事	維持・運用	
	●緊急対策を3年で完了。 ●流入土砂を貯水池末端で捕捉・除去できる状態にする。	●緊急対策完成後の河床形状をその状態で維持する。 ●有効容量内への堆砂を極力少なくする。	
長期対策	検討	工事	効果の検証
	●長期対策の検討を行い、10年程度を目標に対策施設の完成を目指す。		●流入土砂量相当の土砂を全量排除する。 ●利水容量の回復も図る。

2. 年平均堆砂量の妥当性評価

矢作ダムの年平均堆砂量は、30万 m³/年として検討を行う。

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、安全を見て 30 万 m³/年程度を見込むこととする。

- 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、300 千 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 ケ年平均値）は 300 千 m³/年となる。
- ③ 堤体近傍に堆積する細粒分の土砂量には、恵南豪雨の前後において、特異な傾向は認められない。
- ④ 崩壊地面積との関係からは、恵南豪雨後の年平均堆砂量は 16 万 m³/年程度と想定される。

(1) 矢作ダムの堆砂実績

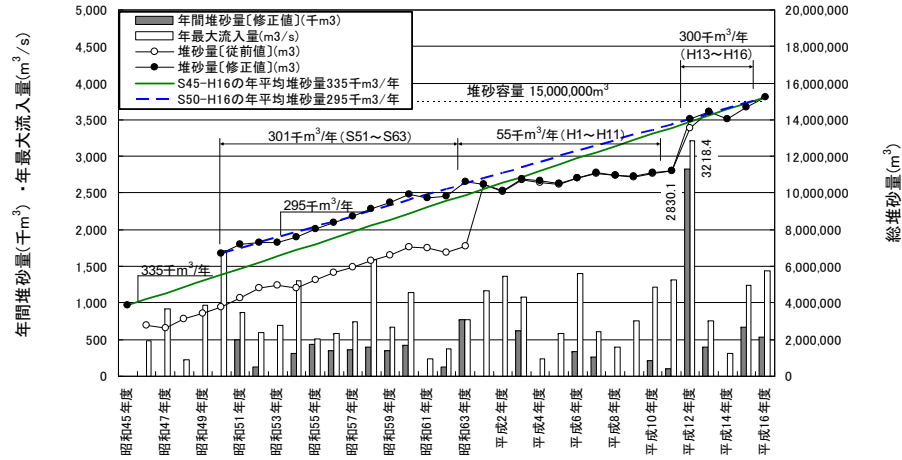


図 2-1 矢作ダムの堆砂実績

(2) 堤体近傍細粒分の堆積量

恵南豪雨後の崩壊地面積の増加によって、細粒分の流入土砂量が増加している可能性があることから、貯水池の区分別堆砂量を算出し、その傾向を把握した。堆砂量の算定範囲の区分は、平成 16 年度測量による貯水池縦断面図をもとに、表 2-1 のとおりとした。

算定結果は、図 2-2 のとおりであり、下記のことがわかる。

〔ウオッシュロード成分について (0.0~2.0k) 〕

- 恵南豪雨の前後において堤体近傍に堆積する細粒分の堆砂量に特異な傾向は認められない。

〔浮遊砂成分について (2.0~4.0k) 〕

- 浮遊砂成分が堆積すると考えられるデルタ肩下流傾斜部は恵南豪雨後の平成 16 年に顕著な増加が見られる。
- しかしながら、デルタ肩～貯砂ダムの区間の土砂が大きく減少しており、貯水池縦断面図からデルタ肩上流の土砂が移動したものと推察される。
- 平成 16 年の貯水位と流入量の年間変動を見ると、貯水位が EL.275m 付近まで低下してデルタ肩が貯水面上に露出した時期に、洪水が 2 回発生しており、この際に土砂が移動したものと考えられる。

表 2-1 貯水池内の区域別堆砂量の算定区間

区域	算定区間	備考
堤体近傍	0.0K~2.0K	細粒分(ウオッシュロード ^{*)})
デルタ肩下流傾斜部	2.0K~4.0K	浮遊砂成分
デルタ肩～貯砂ダム	4.0K~6.0K	掃流砂成分
貯砂ダム上流	6.0K~10.2K	掃流砂成分

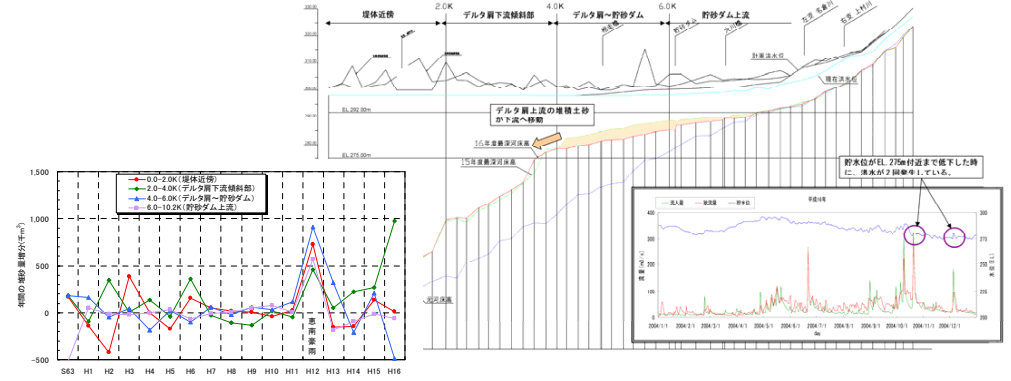


図 2-2 堤体各部の堆砂量変動と H16 年の堆砂形状変化

(3) 堆砂量頻度

【参考】

表 年堆砂量の頻度

順位	年	年堆砂量	備考	順位	年	年堆砂量	備考
1	H12	2,830,100		16	H7	258,500	
2	S63	772,200		17	H10	207,500	
3	H15	667,100		18	S52	122,200	
4	H3	616,000		19	S62	121,200	
5	H16	535,000	1回/5年	20	H11	95,600	
6	S51	499,400		21	S53	-20,100	
7	S55	439,800		22	H9	-59,600	
8	S60	421,300	1回/3年	23	H4	-104,200	
9	H13	397,400		24	H1	-120,400	
10	S58	393,300		25	H8	-129,100	
11	S57	355,800		26	H5	-160,700	
12	S56	353,100		27	S61	-207,500	
13	S59	347,300		28	H2	-335,700	
14	H6	340,600	1回/2年	29	H14	-399,200	
15	S54	316,000					

※ 昭和51年～平成16年（29年間）

(4) 崩壊地面積と年平均堆砂量の関係

貯水池の堆砂量は流域の崩壊地面積に大きく影響することが知られており、その両者の関係が昭和51～63年と平成元～11年において直線関係にあるものとする、図2-3に示すように、年平均堆砂量は16万m³/年程度と想定される。

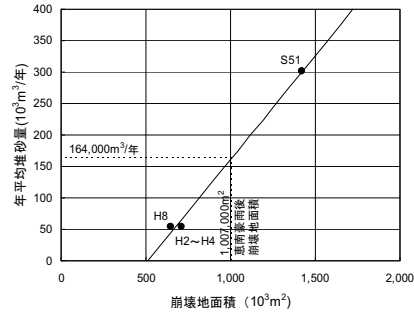
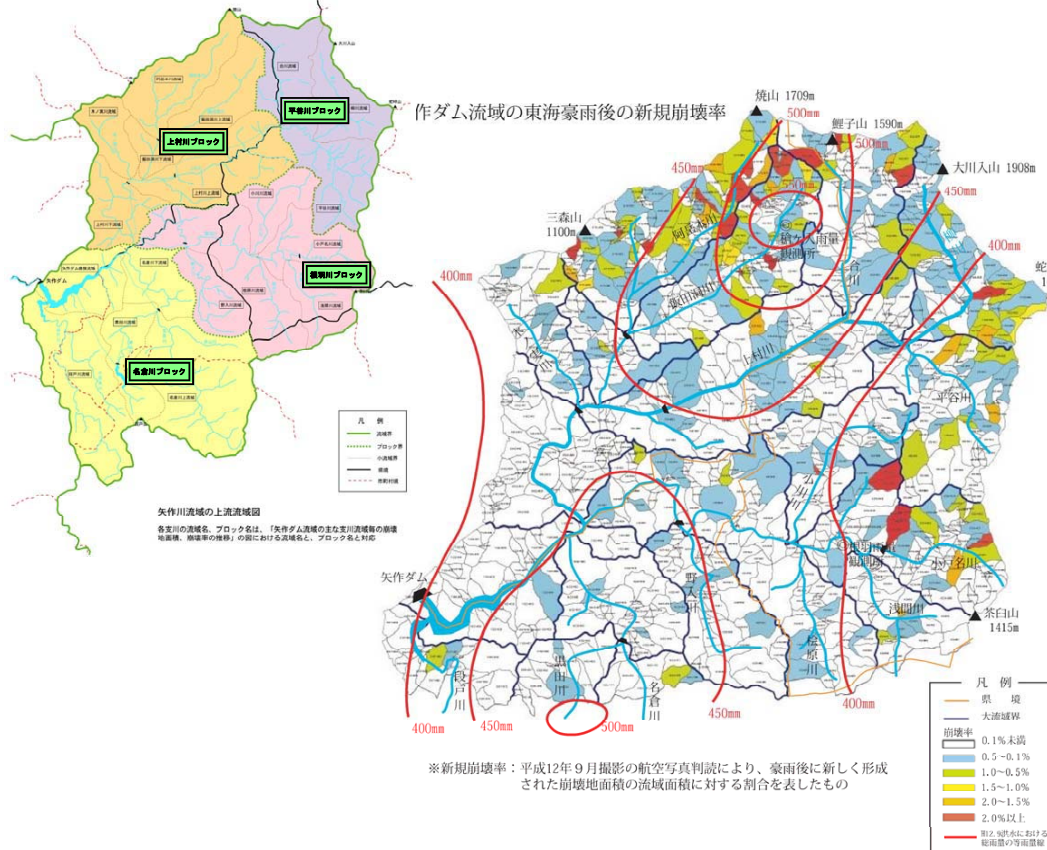
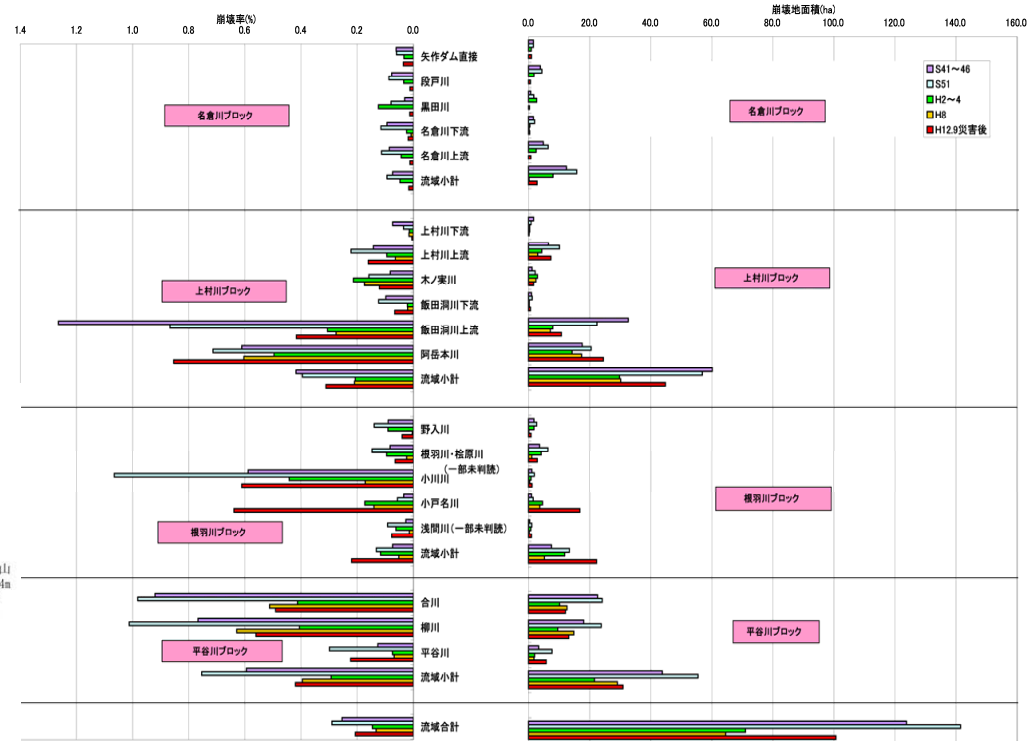


図 2-3 崩壊地面積と年平均堆砂量の関係



恵南豪雨後の矢作ダム上流域の主な支川毎の崩壊地面積と崩壊率の推移を以下に示す。

- 上村川、根羽川ブロックにおいて、崩壊地が大きく増加しているが、流域全体で見ると S41～S51 のレベルには至っていない。
- 実績から認められる年堆砂量の変化 (昭和50～63年で300千m³/年、平成元年～11年で50千m³/年) と流域の崩壊地面積の変化 (昭和～恵南豪雨前で半減) に対応関係が認められる。と流域の崩壊地面積の変化 (昭和～恵南豪雨前で半減) に対応関係が認められる。



注) 段戸川、黒田川、名倉川上流については、平成8年、平成12年は一部未判読
根羽川、根原川、浅間川は、一部未判読箇所があるため、未判読箇所について除外した値を示した。
崩壊率は以下の式により算出した。
崩壊率=崩壊地面積/流域面積

出典: 国土交通省多治見工事事務所

(5) 年堆砂量期待値

年堆砂量（マイナスデータを除く）をもとに確率分布形のあてはめを行った結果を表 2-2、図 2-4 に示す。

いずれの確率分布形においても SLSC が 0.06 以上（標準的には 0.04~0.05 以下）と大きくなっており、適合性が低いと評価される。

これは、恵南豪雨時の年堆砂量が特異値である（非超過確率の大きな堆砂量が 29 年という短い試料年間に発生してしまった）ことによるものである。

参考までに、確率分布形 GEV（一般化極値分布、相関係数が最も高い）を用いて年堆砂量の期待値を算出した結果を表 2-3 に示す。年堆砂量の期待値 411 千 m³/年からマイナスデータ 9 年分の 29 年間平均値 53 千 m³/年を控除すると、358 千 m³/年となる。ただし、この値は、上述のとおり確率分布形の適合度が低いため、参考値として位置づけるものとする。

表 2-2 矢作ダム年堆砂量の確率分布形へのあてはめ結果

		矢作ダム年堆砂量													
		R.P.	Exp	Gumbel	SQRTET	GEV	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	
標本数		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
最大値		2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	2,830	
確率水文量	1.01	75	-155	60	111	21	96	0	0	93	0	0	0	0	
	2	371	439	379	338	335	342	0	0	348	0	0	0	0	
	5	769	793	660	615	765	665	0	0	689	0	0	0	0	
	10	1,070	1,028	881	901	1,138	992	0	0	1,006	0	0	0	0	
	30	1,546	1,383	1,267	1,589	1,814	1,726	0	0	1,640	0	0	0	0	
	50	1,768	1,545	1,463	1,463	2,053	2,163	2,189	0	0	1,997	0	0	0	0
	80	1,972	1,693	1,653	2,592	2,502	2,702	0	0	2,366	0	0	0	0	0
	100	2,069	1,764	1,747	2,894	2,669	2,979	0	0	2,555	0	0	0	0	0
	150	2,245	1,891	1,923	3,533	2,983	3,546	0	0	2,923	0	0	0	0	0
	200	2,369	1,981	2,052	4,068	3,213	4,005	0	0	3,205	0	0	0	0	0
	500	2,767	2,269	2,489	6,365	3,985	5,836	0	0	4,224	0	0	0	0	0
1000	3,068	2,486	2,845	8,918	4,608	7,692	0	0	5,129	0	0	0	0	0	
推定値	1.01	75	-155	52	177	37	85	0	0	0	0	0	0	0	
	2	371	439	375	317	241	321	0	0	0	0	0	0	0	
	5	769	793	660	650	708	701	0	0	0	0	0	0	0	
	10	1,070	1,028	883	1,007	1,238	1,050	0	0	0	0	0	0	0	
	30	1,546	1,383	1,274	1,797	2,427	1,823	0	0	0	0	0	0	0	
	50	1,768	1,545	1,472	2,271	3,140	1,842	0	0	0	0	0	0	0	
	80	1,972	1,693	1,665	2,768	3,892	1,975	0	0	0	0	0	0	0	
	100	2,069	1,764	1,760	3,023	4,283	2,002	0	0	0	0	0	0	0	
	150	2,245	1,891	1,938	3,518	5,050	1,988	0	0	0	0	0	0	0	
	200	2,369	1,981	2,070	3,888	5,840	1,861	0	0	0	0	0	0	0	
	500	2,767	2,269	2,512	5,115	7,783	815	0	0	0	0	0	0	0	
1000	3,068	2,486	2,869	5,953	9,679	-1,093	0	0	0	0	0	0	0		
推定誤差	1.01	110	226	39	115	28	67	0	0	0	0	0	0	0	
	2	67	97	61	50	67	56	0	0	0	0	0	0	0	
	5	263	276	122	98	235	142	0	0	0	0	0	0	0	
	10	419	397	177	276	538	371	0	0	0	0	0	0	0	
	30	666	581	280	828	1,137	1,016	0	0	0	0	0	0	0	
	50	782	666	334	1,239	1,454	1,465	0	0	0	0	0	0	0	
	80	888	743	387	1,737	1,763	1,988	0	0	0	0	0	0	0	
	100	938	779	413	2,021	1,916	2,280	0	0	0	0	0	0	0	
	150	1,030	846	463	2,635	2,202	2,895	0	0	0	0	0	0	0	
	200	1,095	893	500	3,159	2,411	3,408	0	0	0	0	0	0	0	
	500	1,302	1,042	627	5,466	3,112	5,585	0	0	0	0	0	0	0	
1000	1,459	1,155	730	8,109	3,673	7,979	0	0	0	0	0	0	0		
SLSC		0.155	0.181	0.130	0.067	0.086	0.064	1.198	Cmplx	0.067	Cmplx	0.490	0.490		
相関係数		0.850	0.797	0.857	0.932	0.884	0.924	NG	NG	0.903	NG	NG	NG		
確率水文量		1,768	1,545	1,472	2,271	3,140	1,842	0	0	0	0	0	0		
推定誤差		666	581	280	828	1,137	1,016	0	0	0	0	0	0		
採用手法					○										
採用値															

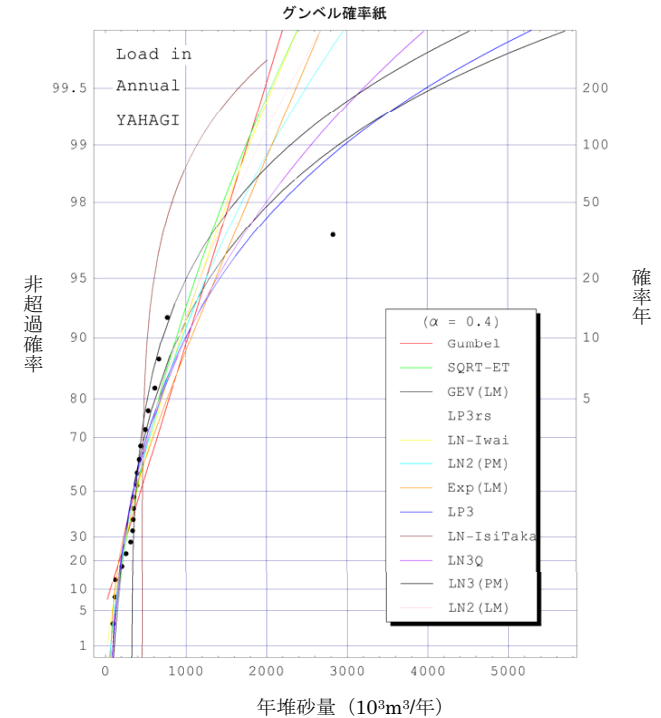


図 2-4 年堆砂量の確率分布形へのあてはめ結果

表 2-3 年堆砂量期待値算出結果

確率年	年堆砂量 ①	非超過 確率	修正 非超過 確率	適用範囲 考慮修正 非超過確率	超過確率 ②	区間確率 ③	区間平均 年堆砂量 ④	区間 年堆砂量 期待値 ⑤=③×④	年堆砂量 期待値の 合計
1.01	111	0.010	0.315	0.010	0.990				
2	338	0.500	0.654	0.654	0.346	0.644	225	145	145
5	615	0.800	0.862	0.862	0.138	0.208	477	99	244
10	901	0.900	0.931	0.931	0.069	0.069	758	52	296
30	1589	0.967	0.977	0.977	0.023	0.046	1,245	57	353
50	2053	0.980	0.986	0.986	0.014	0.009	1,821	16	370
80	2592	0.988	0.991	0.991	0.009	0.005	2,323	12	381
100	2894	0.990	0.993	0.993	0.007	0.002	2,743	5	387
150	3533	0.993	0.995	0.995	0.005	0.002	3,214	6	393
200	4068	0.995	0.997	0.997	0.003	0.002	3,801	8	401
500	6365	0.998	0.999	0.999	0.001	0.002	5,217	10	411
1000	8918	0.999	0.999	0.999	0.001	0.000	7,642	0	411

※ GEV分布（一般化極値分布）によるが、SLSC=0.067と適合性が低い（恵南豪雨時の年堆砂量の特異性による）ため、参考値とする。

(6) 年堆砂量と水文量との関係

年堆砂量と年最大流量との関係を図 2-5 に、年間総流入量との関係を図 2-6 に、年最大日雨量との関係を図 2-7 に示す。

- ・二次式による近似曲線の相関が良いが、恵南豪雨の H12 のデータによるものである。
- ・H12 を除くと R^2 は著しく低くなる。

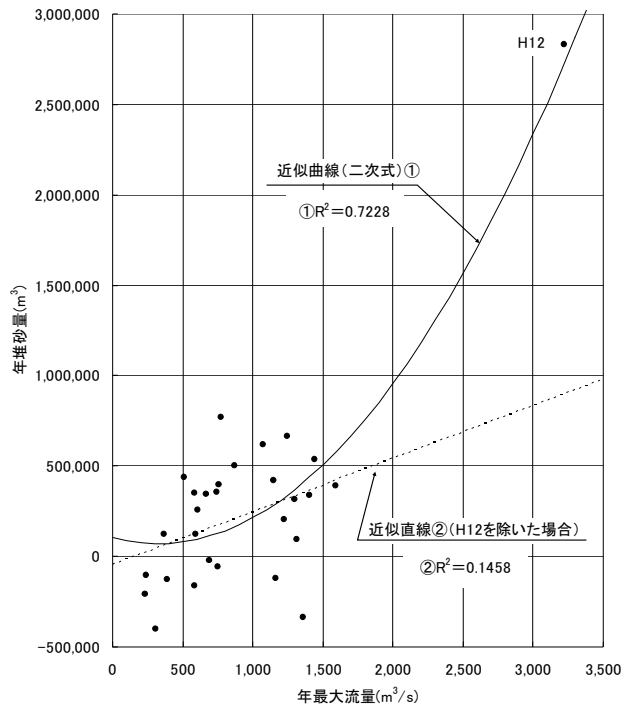


図 2-5 年堆砂量と年最大流量の関係

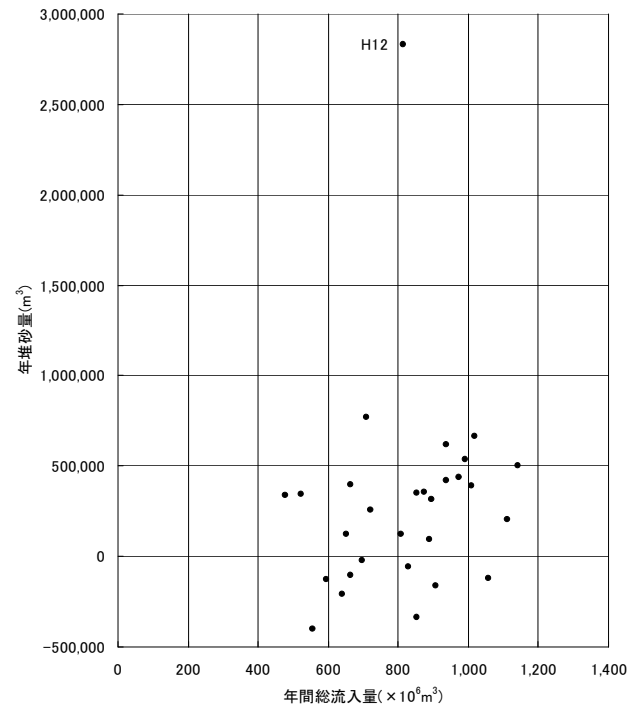


図 2-6 年間総流入量と年堆砂量の関係

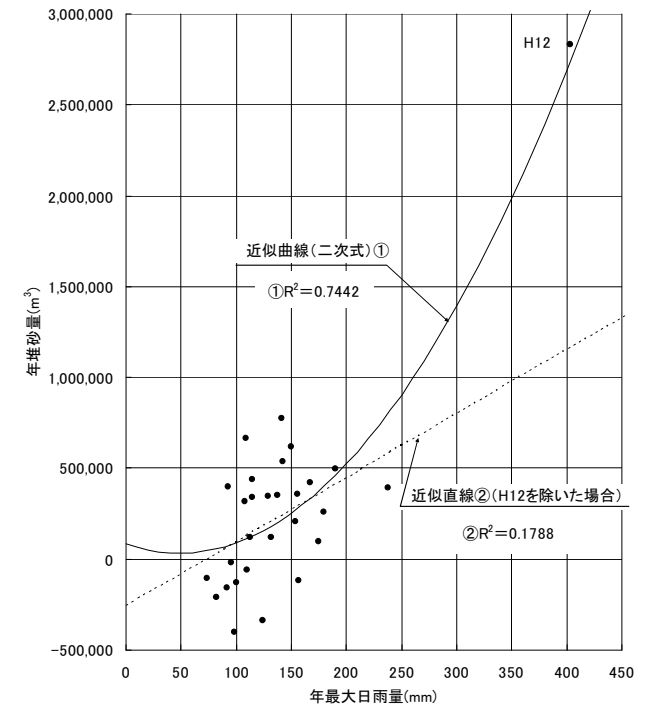


図 2-7 年最大日雨量と年堆砂量の関係

(7) 対象区間の年堆砂量

以上の結果を総括して示す。

緊急対策の対象区間に堆積する土砂量の年平均値としては、18万³m³程度を見込んでおけば十分と考えられる。

なお、平成16年度までの検討結果では、対象区間の年平均堆積量を14万³m³（流入土砂量20万³m³/年のうちの掃流砂・浮遊砂分、平成13～15年の3ヶ年の平均）としていた。

表 2-4 年堆砂量と掃流砂・浮遊砂量

		全堆砂量 (千 ³ m ³ /年)	掃流砂・ 浮遊砂量 (千 ³ m ³ /年) ^{※1}
年平均堆砂量	S51～H16(29年間)	295	177
	S51～S63(13年間)	301	181
	H1～H11(11年間)	55	33
	H13～H16(4年間)	300	180
年堆砂量頻度	1回/2年(29年間)	341	205
	1回/3年(29年間)	421	253
	1回/5年(29年間)	535	321
年堆砂量期待値 ^{※2}	(29年間)	358	215
崩壊地面積による 年堆砂量推計値		164	99

※1 掃流砂・浮遊砂量は全堆砂量の60%として算定。

※2 確率分布形の適合度が低いため、参考値とする。

注) 掃流砂・浮遊砂の比率 60%は、堆積土砂組成における粒径
0.1mm以上の比率による。

3. 堆砂対策（緊急対策）の検討

3.1 年平均堆砂量 20 万 m³ に対する緊急対策の検討

(1) 検討手順

緊急対策（陸上掘削計画）は、下記の手順で検討する。

- ① 代表年（年平均流入土砂量の流入）に対して、「洪水調節容量の回復を 2～3 年以内に完了すること」を前提条件として、対策案を抽出する。
- ② 対策案について、「対策の効果（平常洪水による治水容量内の堆砂量と大規模洪水時における治水容量内の堆砂量）」及び「対策に要する費用」を主たる評価項目として、対策案を比較し、選定する。
- ③ 選定した対策案について、「大規模洪水後の堆砂に対して、洪水調節容量の回復に要する年数」の確認を行う。

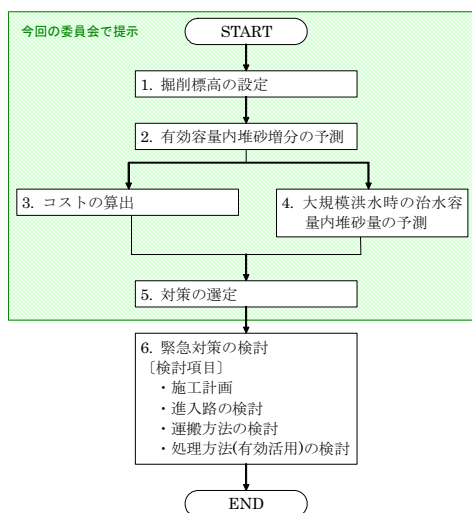


図 3-1 緊急堆砂対策の検討フロー

(2) 掘削高の検討

治水容量内を含め、貯水池末端の土砂を掘削することで、ダム機能の回復・堆砂進行軽減を図ることとする。対策のイメージを図 3-2 に示す。また、シミュレーションを実施する検討ケース（掘削標高等）を次表に示す。

表 3-1 検討ケース

ケース名	掘削標高	貯砂ダムの嵩上げ	備考
ケース 0		対策無し	
ケース 1	EL.286m	なし	治水容量も一部掘削するケース
ケース 2	EL.289m	なし	〃
ケース 3	EL.292m	なし	制限水位以上のみを掘削するケース（治水容量主体に掘削）
ケース 4	EL.286m	あり	有効容量内の土砂流入を極力おさえたケース

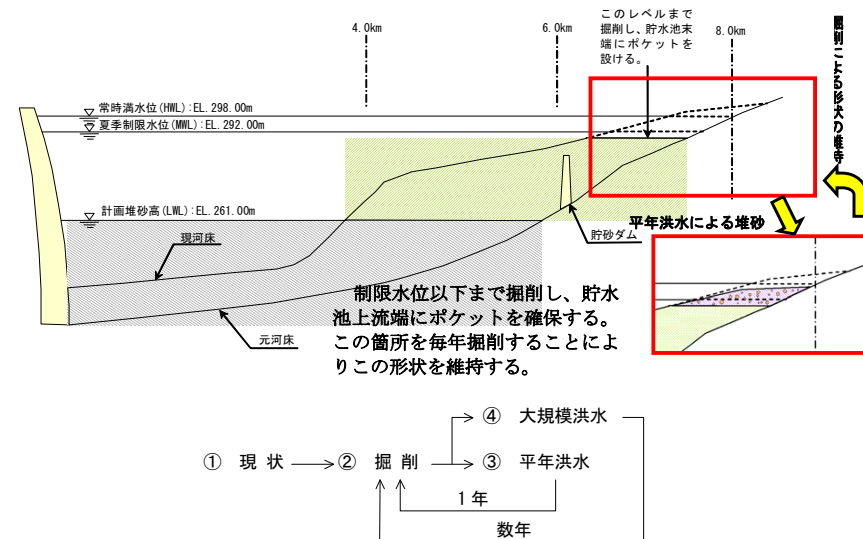


図 3-2 治水機能を回復する方法のイメージ

貯砂ダムの嵩上げを行うケース 4 は、既設貯砂ダム天端の EL.286m まで掘削を行い、その形状を毎年陸上掘削によって維持することが可能となるように、既設貯砂ダム水通し天端あるいはその近傍を透過型構造で嵩上げすることを想定する。透過型構造の貯砂ダムの例を写真 3-1 に示す。



写真 3-1 透過型構造の貯砂ダムの例（美和ダム：下流から）

(3) 有効容量内堆砂増分の予測

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 3-18 に示すフローにより、有効容量内の堆砂量を求める。

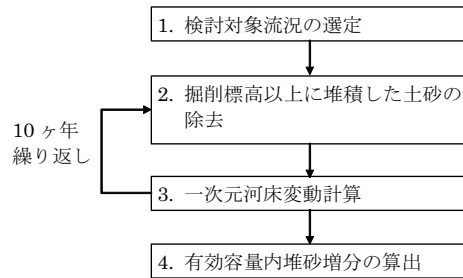


図 3-3 緊急対策における掘削可能標高設定フロー

検討対象流況の選定

恵南豪雨後の流量～流砂量関係を用い、各年の流況下における年間流入土砂量を算出すると表 3-2 のようであり、S55、S63、H5 流況において 20 万 m³ 程度の土砂流入が生じる。

これらのうち、年最大流量、洪水期最低水位が平均程度である昭和 63 年を選定し、予測検討に用いる。

表 3-2 年間流入土砂量の算出結果

年	流入土砂量 (万m ³)	年最低水位 (E.L.m)	年最大流入量 m ³ /s
1971 S46	17.5	280.5	479.0
1972 S47	50.8	256.8	839.0
1973 S48	1.3	272.6	206.2
1974 S49	45.4	264.1	965.7
1975 S50	96.1	281.8	1645.9
1976 S51	42.9	282.5	844.5
1977 S52	17.1	275.3	596.8
1978 S53	16.8	269.7	671.9
1979 S54	39.0	252.3	1202.5
1980 S55	21.7	277.1	514.3
1981 S56	13.9	276.8	553.7
1982 S57	53.1	272.1	718.1
1983 S58	79.8	266.5	1463.8
1984 S59	9.3	276.2	641.9
1985 S60	36.4	270.6	691.5
1986 S61	3.2	274.7	226.0
1987 S62	10.4	267.9	380.5
1988 S63	21.9	281.6	729.6
1989 H1	80.4	279.0	1169.3
1990 H2	39.4	269.7	1351.0
1991 H3	36.1	280.8	1049.6
1992 H4	3.2	267.2	242.7
1993 H5	21.4	275.8	584.9
1994 H6	25.0	266.6	1211.5
1995 H7	19.3	280.3	606.6
1996 H8	5.8	279.0	393.9
1997 H9	27.1	284.4	771.2
1998 H10	61.3	285.2	1188.0
1999 H11	69.7	282.2	1269.9
2000 H12	283.8	278.3	2993.4
2001 H13	20.9	279.3	717.5
2002 H14	4.9	273.4	326.9
2003 H15	62.2	278.9	1194.7
2004 H16	73.0	273.8	1351.3
平均値		274.4	876.3

※年最大流量は日流量のピーク値

有効容量内堆積土砂増分の算出

矢作ダム貯水池土砂モデルを用い、検討対象流況及び流入土砂 (20 万 m³) を 10 年繰り返した結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 10ヶ年の繰り返し流況における有効容量内堆砂増分の予測計算結果

ケース名	有効容量内堆砂増分		有効容量に対する割合 ^{※1}		現堆砂量に対する割合 ^{※2}	
	治水容量	利水容量	治水容量	利水容量	治水容量	利水容量
ケース 0	92 千 m ³	1108 千 m ³	0.61%	2.22%	9.11%	13.99%
ケース 1	-32 千 m ³	14 千 m ³	-0.21%	0.03%	-3.17%	0.17%
ケース 2	-32 千 m ³	586 千 m ³	-0.21%	1.17%	-3.17%	7.40%
ケース 3	-32 千 m ³	969 千 m ³	-0.21%	1.94%	-3.17%	12.23%
ケース 4	-32 千 m ³	-49 千 m ³	-0.21%	-0.10%	-3.17%	-0.62%

※1 有効容量：治水容量 15,000 千 m³、利水容量 50,000 千 m³

※2 現堆砂量：治水容量 1,010 千 m³、利水容量 7,920 千 m³

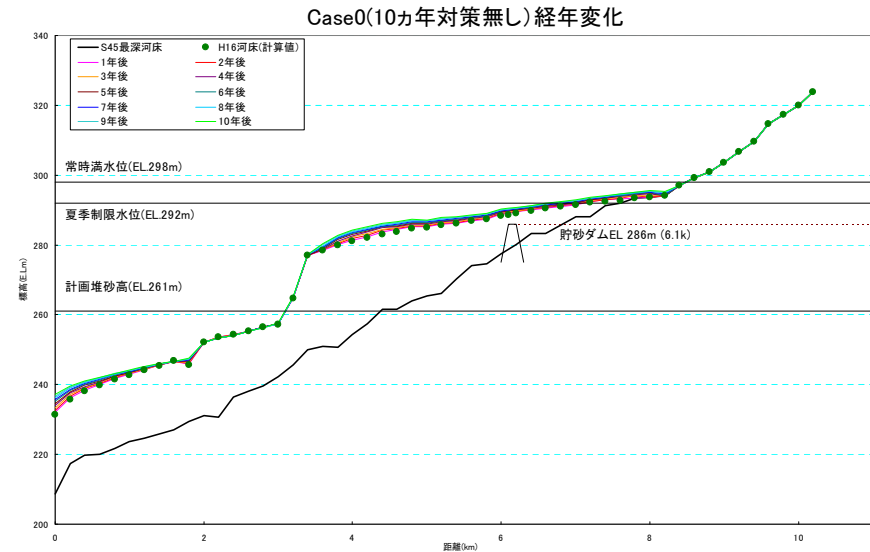


図 3-4 予測計算結果 (Case0)

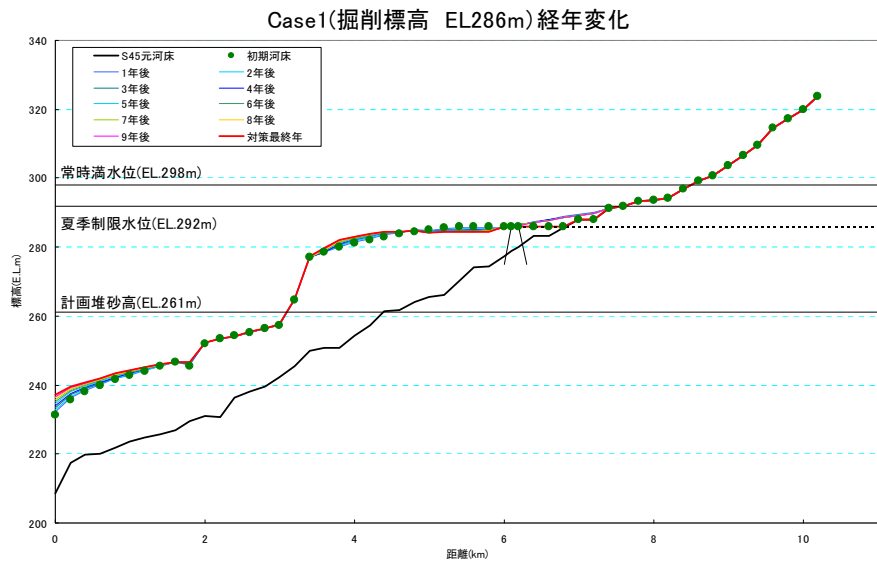


図 3-5 予測計算結果(Case1)

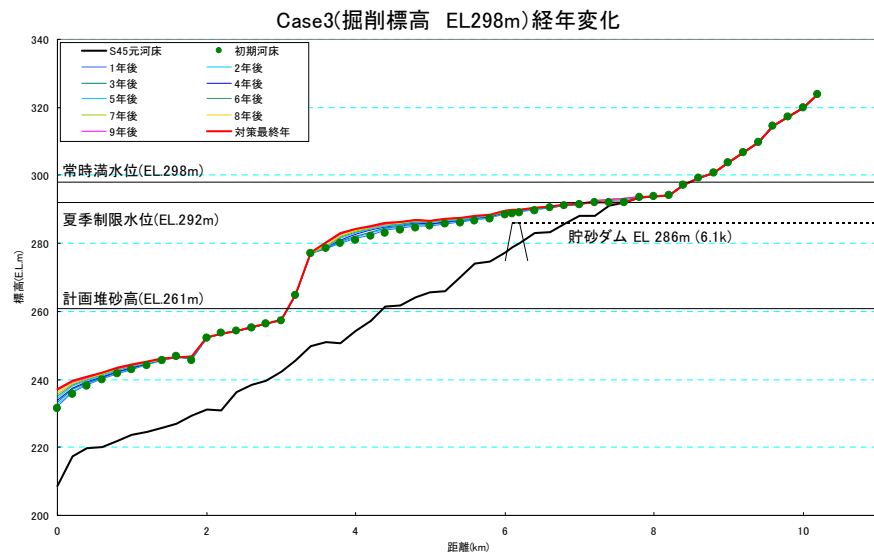


図 3-7 予測計算結果(Case3)

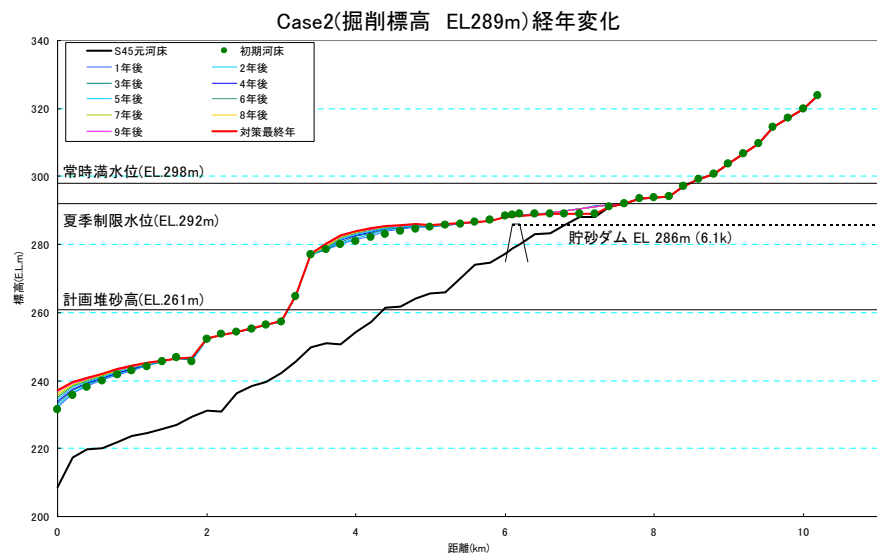


図 3-6 予測計算結果(Case2)

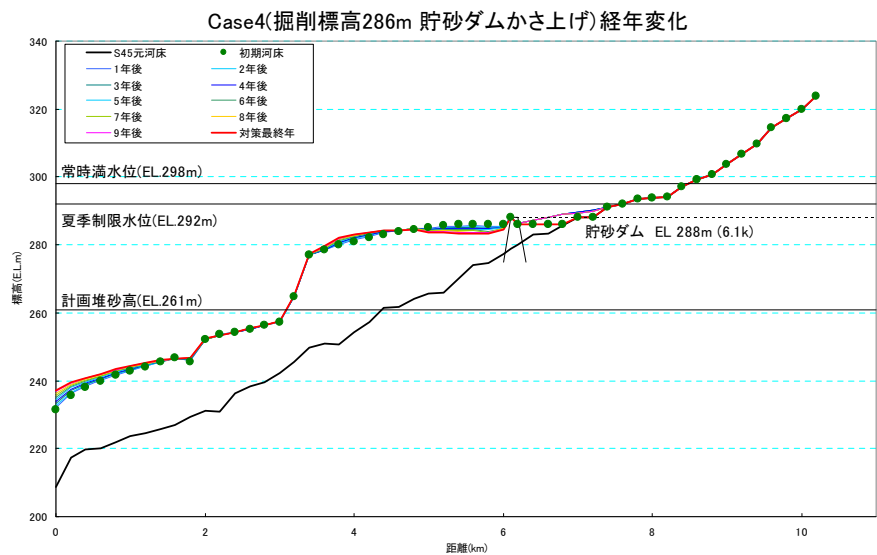


図 3-8 予測計算結果(Case4)

(4) 大規模洪水時の治水容量内堆砂量の予測

大規模洪水が発生した場合に、治水容量内に堆積する土砂の量を求める。大規模な洪水は、計画洪水及び恵南豪雨の2洪水とし、シミュレーションを実施する際の初期河床は以下のとおりとする。

- ・計画洪水：10年後の掘削標高より高標高に堆積している土砂を除去しない時の河床
- ・恵南豪雨：10年後の掘削標高より高標高に堆積している土砂を除去した時の河床

大規模洪水時に堆積する治水容量内堆砂量を一次元河床変動計算によってシミュレーションした結果を表 3-93-4 に示す。

表 3-4 大規模洪水時における治水容量内堆砂量の予測計算結果

大規模洪水	ケース	毎年掘削	最終年掘削	イメージ図	堆砂量 (千 m ³)		治水容量に対する割合
					EL292m (夏季制限水位)以上	治水容量内(EL.292 ~EL.298)	
計画洪水	ケース0	×	×		518.1	341.9	8.80%
	ケース1	○	×		313.5	183.5	7.74%
	ケース2	○	×		353.9	214.5	7.95%
	ケース3	○	×		424.5	268.7	8.31%
	ケース4	○	×		316.9	186.1	7.76%
恵南豪雨	ケース0	×	×		781.2	535.0	10.09%
	ケース1	○	○		485.3	368.3	8.98%
	ケース2	○	○		566.6	418.2	9.31%
	ケース3	○	○		680.4	482.8	9.74%
	ケース4	○	○		490.6	370.4	8.99%

(5) コストの算出

緊急対策に要するコストを算出した結果を表 3-5 に示す。

表 3-5 緊急対策に要するコスト

	掘削量 (千m ³)			10ヶ年分コスト (千円)		
	毎年の掘削量 Ve	対策河床までの掘削量 Vp	10ヶ年分の掘削量 Vp+10・Ve	掘削 ^{※1}	貯砂ダム	計
ケース1	119.2	293.2	1,485.2	4,455,600	0	4,455,600
ケース2	62.0	139.7	759.7	2,279,100	0	2,279,100
ケース3	23.7	32.0	269.0	807,000	0	807,000
ケース4	125.4	293.2	1,547.2	4,641,600	10,000	4,651,600

※1：掘削単価は、3,000円/m³とした。

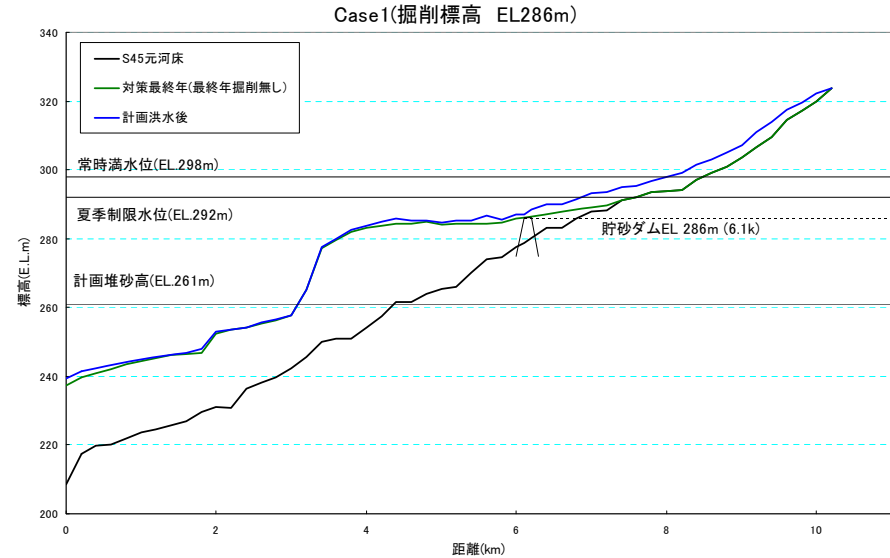


図 3-9 予測計算結果(Case1・計画洪水後)

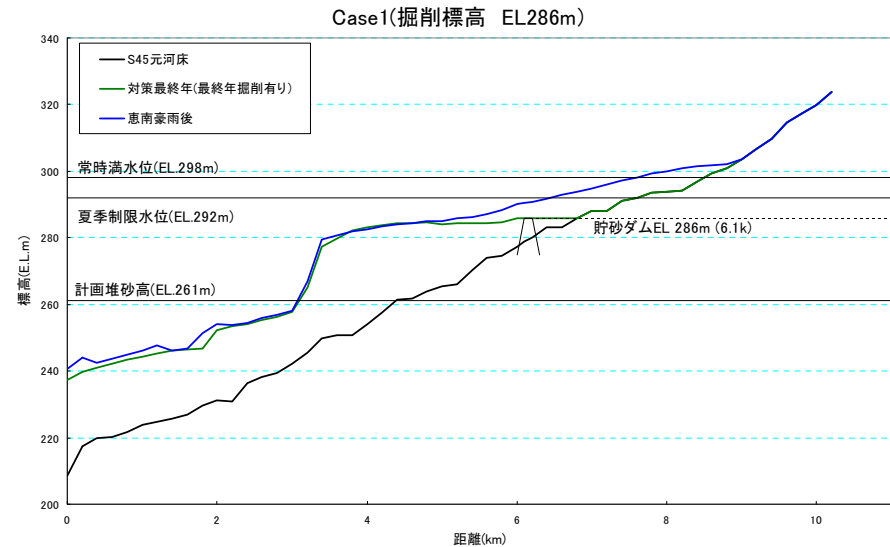


図 3-10 予測計算結果(Case1・恵南豪雨後)

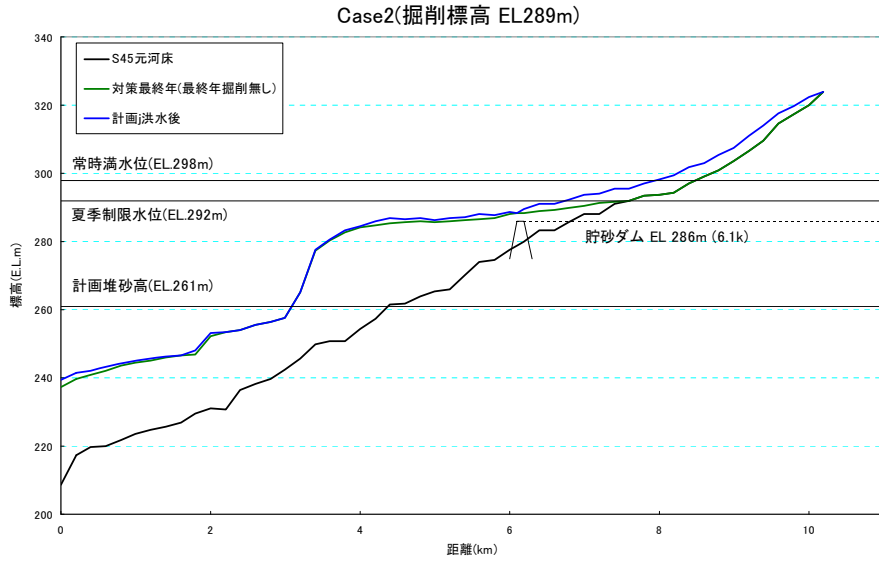


図 3-11 予測計算結果(Case2・計画洪水後)

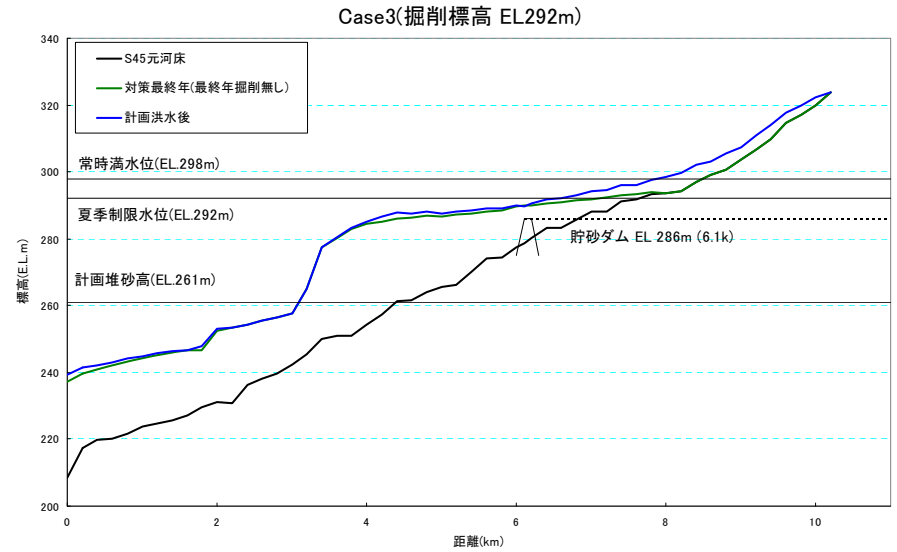


図 3-13 予測計算結果(Case3・計画洪水後)

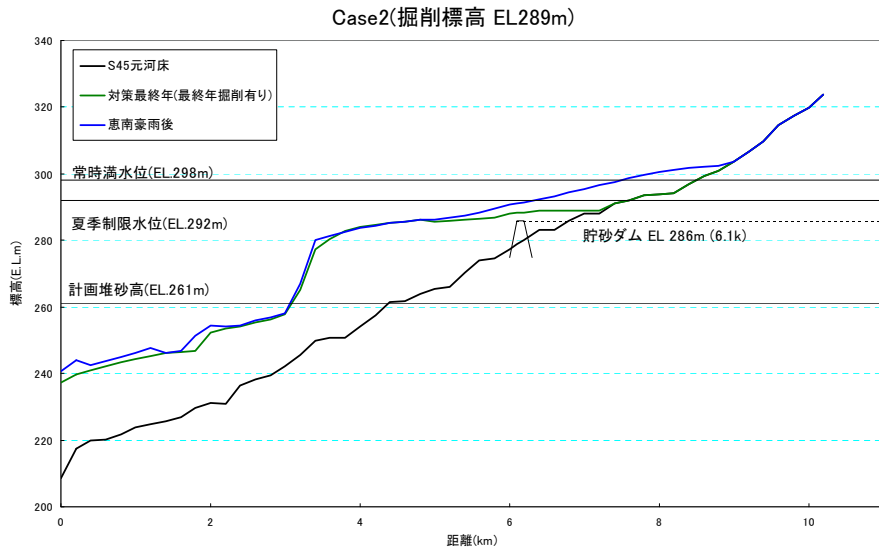


図 3-12 予測計算結果(Case2・惠南豪雨後)

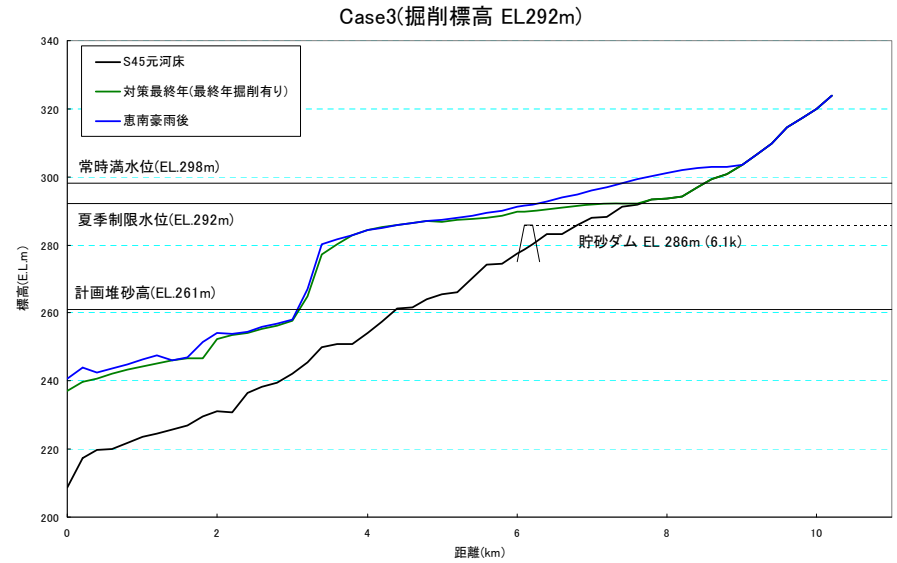


図 3-14 予測計算結果(Case3・惠南豪雨後)

Case4(掘削標高286m 貯砂ダムかさ上げ)

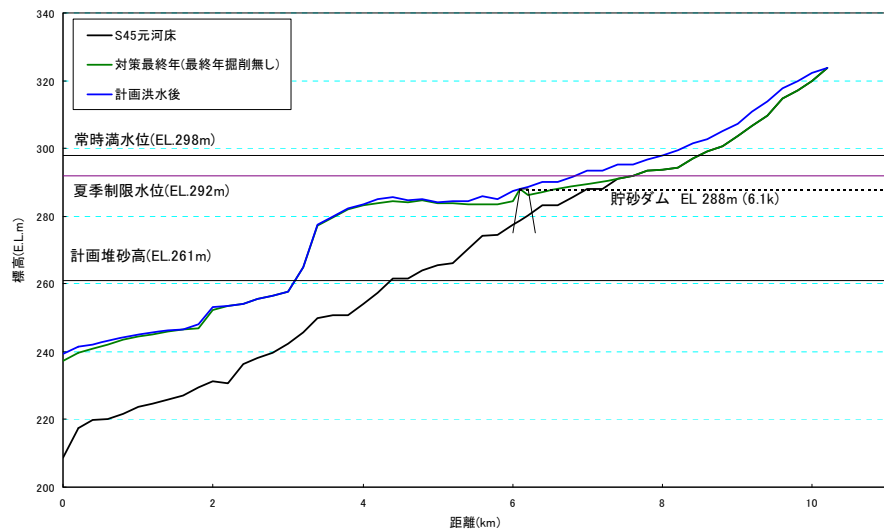


図 3-15 予測計算結果(Case4・計画洪水後)

Case4(掘削標高286m 貯砂ダムかさ上げ)

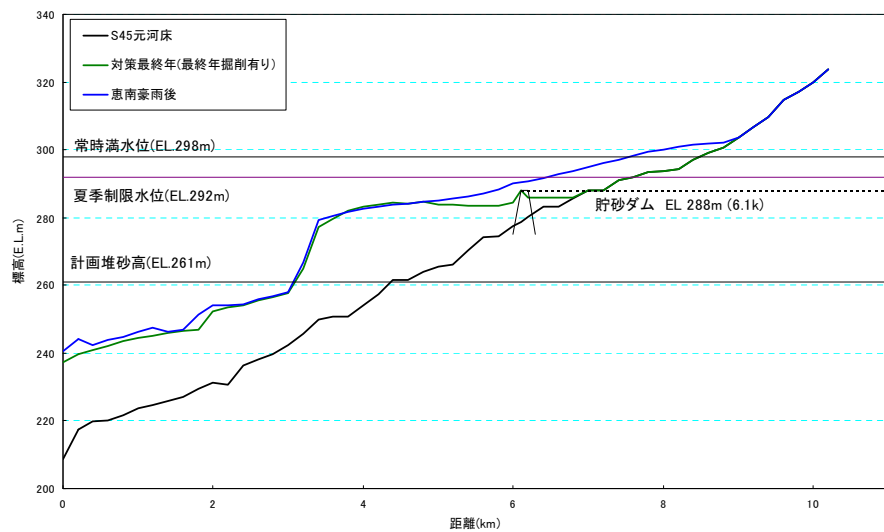


図 3-16 予測計算結果(Case4・惠南豪雨後)

3.2 掘削高の設定

緊急対策の目的は現在堆砂が進行し、現在、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、260 千 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 3-17 に示す。また、シミュレーションを実施する検討ケース（掘削標高等）を表 3-6 に示す。

表 3-6 検討ケース

ケース名	掘削標高	備考
ケース 0	—	
ケース 1'	EL.287m	事前放流水位までの掘削を行う

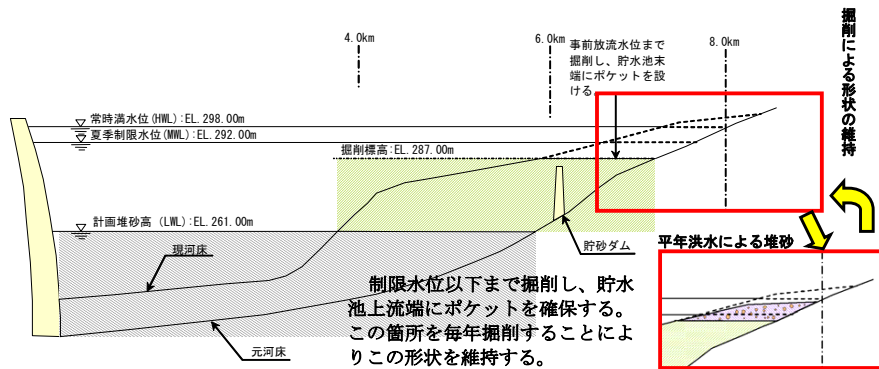


図 3-17 治水機能を回復する方法のイメージ

3.3 有効容量内堆砂増分の予測

今回設定した年平均堆砂量 30 万 m³/年に対する予測計算を行った。

(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 3-18 に示すフローにより、有効容量内の堆砂量を求める。

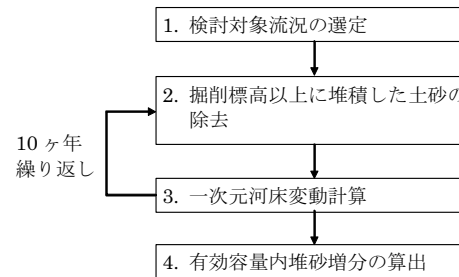


図 3-18 緊急対策における掘削可能標高設定フロー

(2) 検討対象流況の選定

恵南豪雨後の流量～流砂量関係を用い、各年の流況下における年間流入土砂量を算出すると表 3-7 のようであり、30 万 m³程度の土砂堆積が予測される流況年としては S60、H3 がある。

ここでは、年最低水位が低い(有効容量への土砂移動が生じやすく安全側評価となる)S60 流況を予測検討に用いる。

表 3-7 年間流入土砂量の算出結果

年	流入土砂量 (万m ³)	年最低水位 (E.L.m)	年最大流入量 m ³ /s	
1971	S46	17.5	280.5	479.0
1972	S47	50.8	256.8	839.0
1973	S48	1.3	272.6	206.2
1974	S49	45.4	264.1	965.7
1975	S50	96.1	281.8	1645.9
1976	S51	42.9	282.5	844.5
1977	S52	17.1	275.3	596.8
1978	S53	16.8	269.7	671.9
1979	S54	39.0	252.3	1202.5
1980	S55	21.7	277.1	514.3
1981	S56	13.9	276.8	553.7
1982	S57	53.1	272.1	718.1
1983	S58	79.8	266.5	1463.8
1984	S59	9.3	276.2	641.9
1985	S60	36.3	270.6	691.5
1986	S61	5.2	274.7	226.0
1987	S62	10.4	267.9	380.5
1988	S63	21.9	281.6	729.6
1989	H1	80.4	279.0	1169.3
1990	H2	39.4	269.7	1351.0
1991	H3	36.1	280.8	1049.6
1992	H4	3.2	267.2	242.7
1993	H5	21.4	273.8	584.9
1994	H6	25.0	266.6	1211.5
1995	H7	19.3	280.3	606.6
1996	H8	5.8	279.0	393.9
1997	H9	27.1	284.4	771.2
1998	H10	61.3	285.2	1188.0
1999	H11	69.7	282.2	1269.9
2000	H12	283.8	278.3	2993.4
2001	H13	20.9	279.3	717.5
2002	H14	4.9	273.4	326.9
2003	H15	62.2	278.9	1194.7
2004	H16	73.0	273.8	1351.3
平均値		274.4	876.3	

※年最大流量は時刻流量より抽出

3.4 対策効果検討

構築した矢作ダム貯水池土砂モデルを用い、検討対象流況（流入土砂量約 30 万 m³）を繰り返した結果を表 3-8 に示す。

10 カ年分の繰返し計算結果を図 3-19、図 3-20 に示す。

表 3-8 10 ヶ年の繰返し流況における有効容量内堆砂増分の予測計算結果

ケース名	有効容量内堆砂増分		有効容量に対する割合 ^{※1}		現堆砂量に対する割合 ^{※2}	
	治水容量	利水容量	治水容量	利水容量	治水容量	利水容量
ケース 0	107 千 m ³	1980 千 m ³	0.71%	3.96%	10.6%	25.0%
ケース 1'	-32 千 m ³	311 千 m ³	-0.21%	0.62%	-3.17%	3.9%

※1 有効容量：治水容量 15,000 千 m³、利水容量 50,000 千 m³

※2 現堆砂量：治水容量 1,010 千 m³、利水容量 7,920 千 m³

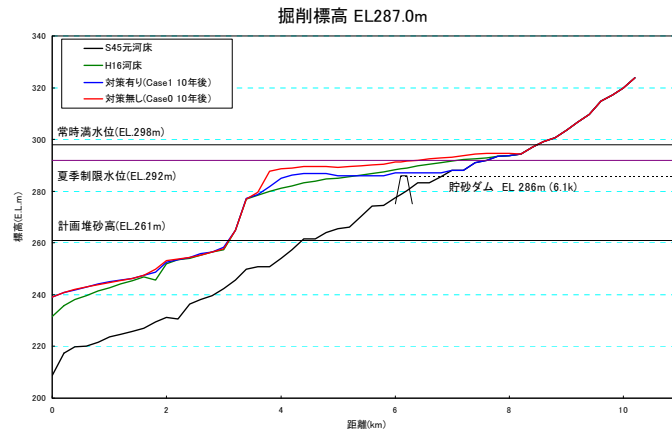


図 3-19 予測計算結果(対策の有無による 10 年後の形状)

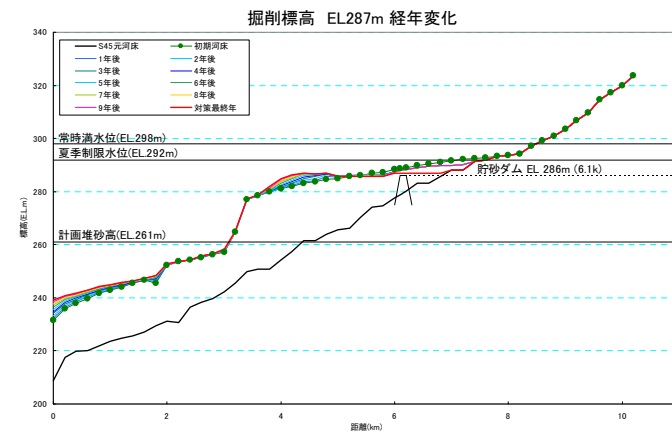


図 3-20 対策を行った場合の各年の堆砂形状

3.5 大規模洪水時の治水容量内堆砂量の予測

大規模洪水が発生した場合に、治水容量内に堆積する土砂の量を求める。大規模な洪水は、計画洪水及び恵南豪雨の 2 洪水とし、シミュレーションを実施する際の初期河床は以下のとおりとする。

- 計画洪水：10 年後の掘削標高より高標高に堆積している土砂を除去しない時の河床
- 恵南豪雨：10 年後の掘削標高より高標高に堆積している土砂を除去した時の河床

対策を行った場合の計画洪水後の形状を図 3-21 に、恵南豪雨後の形状を図 3-22 に示す。大規模洪水時に堆積する治水容量内堆砂量を一次元河床変動計算によってシミュレーションした結果を表 3-9 に示す。

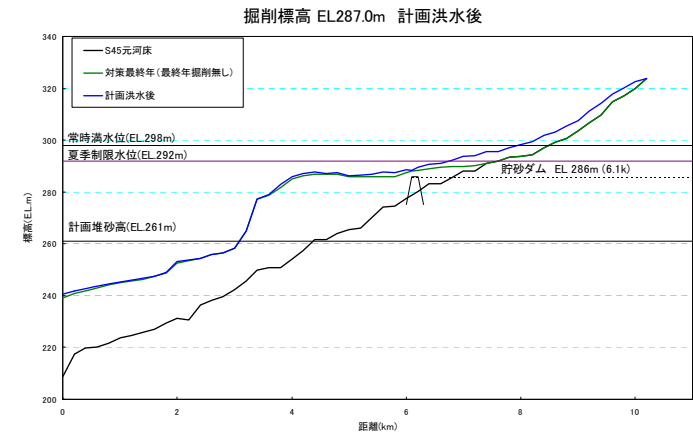


図 3-21 対策を行った場合の計画洪水後の形状

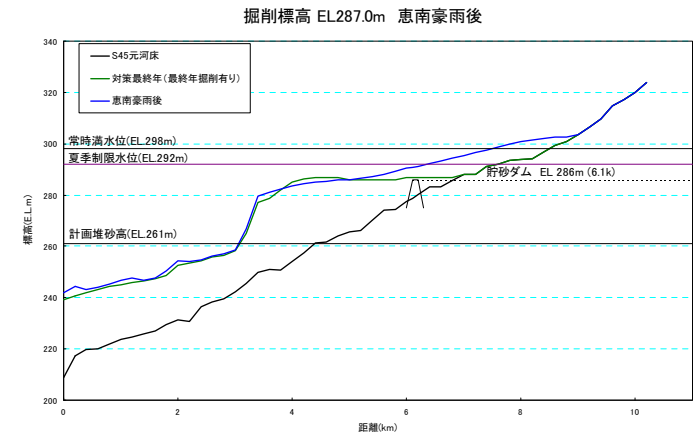


図 3-22 対策を行った場合の恵南豪雨後の形状

表 3-9 大規模洪水時における治水容量内堆砂量の予測計算結果

大規模洪水	ケース	毎年掘削	最終年掘削	イメージ図	堆砂量 (千 m ³)		治水容量に対する割合
					EL292m (夏季制限水位)以上	治水容量内(EL.292 ~EL.298)	
計画洪水	ケース0	×	×		594.0	401.5	9.21%
	ケース1'	○	×		360.0	215.9	7.97%
恵南豪雨	ケース0	×	×		917.0	597.3	10.51%
	ケース1'	○	○		579.9	415.8	9.30%

緊急対策に要するコストを算出した結果を表 3-10 に示す。

表 3-10 緊急対策に要するコスト

	掘削量 (千 m ³)			10ヶ年分コスト(千円)
	毎年の掘削量 V _e	対策河床までの掘削量 V _p	10ヶ年分の掘削量 V _p +10・V _e	計 (掘削のみ※)
Case1	176.9	260.0	2,028.7	6,087,000

※ 掘削単価は、3000円/m³とした。

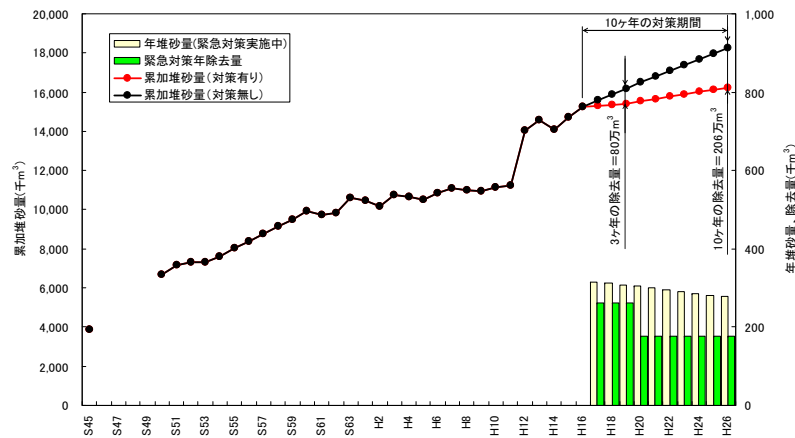


図 3-23 10ヶ年の対策による堆砂量への効果

4. 堆砂対策（緊急対策）の計画

4.1 緊急堆砂対策の方法

EL.287m 以上に事前放流が必要となる容量を確保するために、貯水池末端の土砂を掘削することで、ダム機能の回復・堆砂進行軽減を図ることとする。
 対策のイメージを図 4-1 に示す。

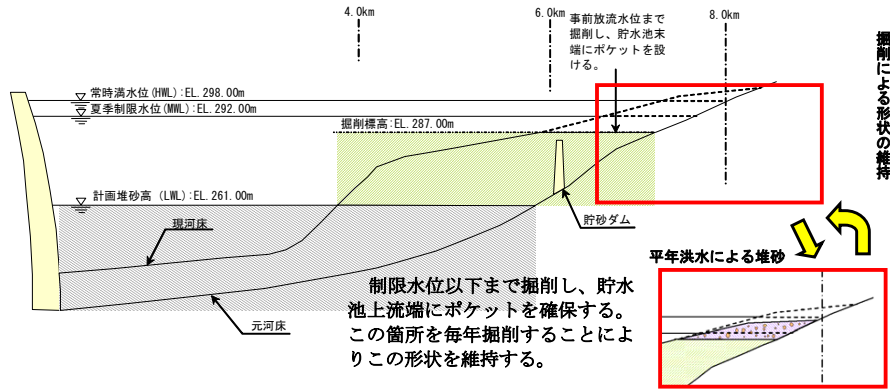


図 4-1 治水機能を回復する方法のイメージ

4.2 緊急対策における除去対象土砂量

表 4-1 緊急対策および長期対策終了までの除去対象土砂量

緊急対策 (3年間)	緊急対策として現状から除去する土砂量	
	① 治水容量内堆砂量 (貯砂ダム上流河道内掘削)	3 万 ³ m ³
	② EL. 287m~EL. 292mの堆砂量	23 万 ³ m ³
	合計	26 万 ³ m ³ : A
緊急対策 (3年間)	工事期間中に堆積する土砂の除去量	
	年流入土砂量	30 万 ³ m ³ /年
	除去可能量	18 万 ³ m ³ /年
	工事期間中の除去量 (3年で緊急対策終了とした場合)	18万 ³ m ³ /年×3ヶ年= 54 万 ³ m ³ : B
緊急対策 (3年間)	緊急対策による全除去量	A + B = 80 万 ³ m ³
	3年で緊急対策終了とした場合の年間除去量	(A + B)/3 = 27 万 ³ m ³ /年
長期対策 (7年間)	長期対策終了 (BP完成) までの土砂除去量	
	年流入土砂量	30 万 ³ m ³ /年
	除去可能量 (年掘削量)	18 万 ³ m ³ /年
	10年で長期対策終了とした場合の全除去量 (緊急対策終了後7年)	18万 ³ m ³ /年×7ヶ年= 126 万 ³ m ³

4.3 緊急対策～長期対策完成に至るスケジュール

表 4-2 スケジュール

年	3年		10年程度	...
緊急対策	工程	工事	維持・運用	
	年除去量	27万 ³ m ³ /年	18万 ³ m ³ /年	
	全除去量	80万 ³ m ³	126万 ³ m ³	
	対策・検討の内容	206万 ³ m ³		
長期対策	工程	検討	工事	効果の検証
	年除去量			30万 ³ m ³ /年以上
	対策・検討の内容	●緊急対策の検討を行い、10年程度を目標に対策施設の完成を目指す。		●流入土砂量相当の土砂を全量排除する。 ●利水容量の回復も図る。
	緊急対策内容	●緊急対策を3年で完了。 ●流入土砂を貯水池末端で捕捉・除去できる状態にする。 ●緊急対策完成後の河床形状をその状態で維持する。 ●有効容量内への堆砂を極力少なくする。		

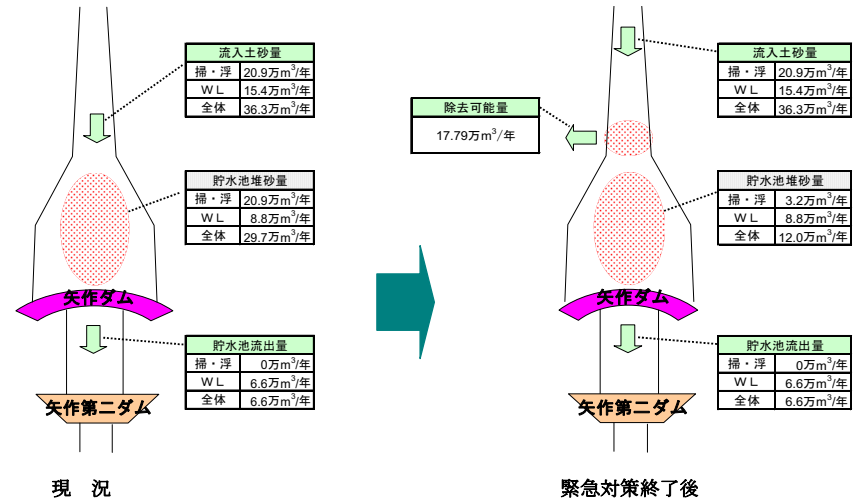


図 4-2 対策前後の土砂收支図

4.4 掘削・搬出計画

(1) 掘削可能日数

掘削可能日数：連続水位低下日数実績（図 4-2）より 68 日とする。

表 4-3 矢作ダムの連続水位低下日数の実績（至近 10 ヶ年）

年	貯水位 (EL. m)										
	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292
H7	49	51	56	88	89	89	90	99	147	148	216
H8	69	69	72	75	77	77	79	156	170	247	
H9	76	79	82	83	88	90	91	92	94	102	181
H10	10	16	25	33	44	57	72	72	73	87	143
H11	5	21	31	40	42	49	56	60	74	97	169
H12	10	17	36	44	55	58	64	88	88	141	200
H13	6	16	19	28	38	40	51	58	75	122	302
H14	52	54	56	61	64	67	78	88	157	164	218
H15	7	29	40	47	77	83	83	84	87	94	184
H16	77	77	77	78	78	79	87	91	173	174	210
至近10ヶ年最小	5	16	19	28	38	40	51	58	73	87	143
至近10ヶ年平均	36	42	49	57	65	68	74	81	112	129	207

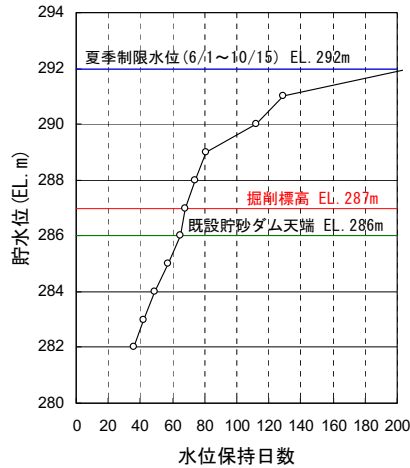


図 4-2 矢作ダムの連続水位低下日数実績

(2) 掘削土量

掘削面標高：EL. 287.00m 以上
年掘削土量：270,000m³/年

(3) 掘削機械の所要台数

掘削機械規格：バックホウ クローラ型山積 1.4m³
1 日当り掘削能力：520m³/日
(積算基準による標準機械、表 4-4、表 4-5)
1 日当り作業時間：840h/140 日=6h
1 時間当り作業能力：520m³/6h=86.7m³/h
バックホウの所要台数：

$$\begin{aligned} \text{バックホウ台数} &= \text{掘削土量} / \text{施工可能日数} / 520\text{m}^3 \\ &= 270,000\text{m}^3 / 68 \text{日} / 520\text{m}^3 \\ &= 7.6 \text{台} \end{aligned}$$

→ **バックホウ 8 台**

バックホウの 1 時間当り積込み能力に対応するダンプトラック台数：

ダンプトラック 1 台当り積載量=5.5m³/台

86.7m³/h ÷ 5.5m³=15.7 台/h

1 ルートのダンプトラック許容通行台数=60 台/h とすると、

1 ルートのバックホウ許容配置台数=60 台/h ÷ 15.7 台=3.8 台 < 7.6 台

表 4-4 掘削積込の機種選定

作業の種類	作業の内容	機械名	規格
掘削積込 ルーズ状態の積込	50,000m ³ 未満	バックホウ	排出ガス対策型・クローラ型 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)
	50,000m ³ 以上	バックホウ	排出ガス対策型・クローラ型 山積1.4m ³ (平積1.0m ³)
床掘 (作業土工)	標準	バックホウ	排出ガス対策型・クローラ型 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)
	平均施工幅 1m以上 2m未満の場合	バックホウ	排出ガス対策型・クローラ型 山積0.45m ³ (平積0.35m ³)
	平均施工幅 1m未満の場合		『⑤小規模土工』

(注) 1. 現場条件により上表により難しい場合は、別途考慮する。
2. 上表で示す土量は、1 工事当りのバックホウによる取扱い土量である。

表 4-5 日当り施工量

(1 日当り)

作業の種類	名称	規格	土質名	単位	数量	
					障害なし	障害あり
地山の掘削積込	バックホウ運転	排出ガス対策型・クローラ型 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)	レキ質土・砂・砂質土・粘性土	m ³	300	190
		岩塊玉石	"	230	140	
ルーズな状態の 積込	バックホウ運転	排出ガス対策型・クローラ型 山積1.4m ³ (平積1.0m ³)	レキ質土・砂・砂質土・粘性土	"	500	320
		岩塊玉石	"	410	260	
		排出ガス対策型・クローラ型 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)	レキ質土・砂・砂質土・粘性土	"	310	310
		岩塊玉石・岩 (破砕)	"	260	260	
床掘 (作業土工)	バックホウ運転	排出ガス対策型・クローラ型 山積1.4m ³ (平積1.0m ³)	レキ質土・砂・砂質土・粘性土	"	520	520
		岩塊玉石・岩 (破砕)	"	440	440	
		排出ガス対策型・クローラ型 山積0.45m ³ (平積0.35m ³)	レキ質土・砂・砂質土・粘性土	"	160	160
		岩塊玉石・岩 (破砕)	"	130	130	
床掘 (作業土工)	バックホウ運転	排出ガス対策型・クローラ型 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)	レキ質土・砂・砂質土・粘性土	"	220	180
		岩塊玉石	"	160	130	
		排出ガス対策型・クローラ型 山積0.45m ³ (平積0.35m ³)	レキ質土・砂・砂質土・粘性土	"	150	100
		岩塊玉石	"	110	70	

(注) 現場条件の内容

- 地山の掘削積込
障害なし：構造物及び建造物等の障害物や交通の影響により施工条件が制限されず、連続掘削作業ができる場合。
障害あり：掘削作業において障害物等により施工条件に制限があり（例えば作業障害が多い場合）、連続掘削作業ができない場合。
- 床掘（作業土工）
障害なし：①構造物及び建造物等の障害物や交通の影響により施工条件が制限されないオープン掘削の場合。
②構造物及び建造物等の障害物や交通の影響により施工条件が制限されない矢板のみの土留・仮締切工掘削の場合。
障害あり：①床掘作業において障害物等により施工条件に制限がある場合（例えば作業障害が多い場合）。
②土留・仮締切工の中に、切梁・腹起し又は基礎杭等の障害物がある場合。
- 掘削箇所が地下水位等で排水せず水中掘削作業（溝掘、基礎掘削、床掘）を行う場合は障害ありを適用する。
- 軟岩をリッピングした後は、リッピング後の状態を考慮し、その状態に応じた土質をとる。
- 基面整正（床付面の整正作業）が必要な場合は、基面整正 100m²当り普通作業員 2 人を別途計上する。
- 機械土工（岩石）における床掘平均掘削幅 2m 未満の場合の破砕片除去及び積込みはルーズな状態のバックホウ山積 0.45m³ (平積 0.35m³) を適用する。

(4) ダンプトラックの所要台数

バックホウの所要台数 7.6 台より、
 輸送ルート数 = $7.6 / 3.8 = 2.0 \rightarrow$ **2 ルート以上必要**
 1 時間当りダンプトラック台数 = $7.6 \times 15.7 \approx 120$ 台/h
 運搬距離 L = 30km とした場合のダンプトラック台数は、次のとおりである。
 100m³ 当りダンプトラック運転日数 = 6.1 日 (表 4-6 参照)
 バックホウ 1 台当りダンプトラック台数 = $520\text{m}^3 / \text{日} \times 6.1 \text{ 台} / 100\text{m}^3$
 = 31.72
 = 32 台/日
1 日当りダンプトラック台数 = 7.6 台 \times 32 台/日 \approx 243 台
 1 日当りダンプトラック延台数 = $7.6 \text{ 台} \times 520\text{m}^3 \div 5.5\text{m}^3 / \text{台} \approx 719$ 台
 1 日当りダンプトラック運転時間 = $719 \text{ 台} \div 120 \text{ 台/h} \approx 6\text{h} / \text{日}$
 1 日当りダンプトラック往復回数 = $719 \text{ 台} \div 243 \text{ 台} \approx 3$ 回/日

表 4-6 100m³ 当り運搬日数

(土砂)

積込機種・規格	バックホウ 排出ガス対策型・クローラ型山積 1.4m ³ (平積 1.0m ³)																		
運搬機種・規格	ダンプトラック 10t 積																		
D I D 区 間 : 無 し																			
運搬距離 (km)	0.3以下	0.5以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.0以下	3.5以下	4.5以下	6.0以下	7.0以下	8.5以下	10.0以下	12.5以下	16.5以下	23.5以下	51.5以下	60.0以下	
運搬日数 (日)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.6	4.5	6.1	9.1	
D I D 区 間 : 有 り																			
運搬距離 (km)	0.3以下	0.5以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	3.0以下	3.5以下	4.5以下	5.5以下	6.5以下	8.0以下	9.5以下	11.5以下	15.0以下	20.5以下	33.0以下	60.0以下	
運搬日数 (日)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.6	4.5	6.1	9.1	

(注) 1. 上表は、地山100m³の土量を運搬する日数である。
 2. 運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる時は、平均値とする。
 3. 自動車専用道路を利用する場合には、別途考慮する。
 4. D I D (人工集中地区)は、総務省統計局の国勢調査報告資料添付の人口集中地区境界図によるものとする。
 5. 運搬距離は、60kmを超える場合は、別途積上げとする。

(5) 堆積土砂の搬出箇所

豊田市との連携事業として、堆積土砂の有効活用を計画している。
 位置は、図 4-3 のとおりであり、搬入予定量は 600,000m³、運搬距離は約 35km である。
 なお、3ヶ年で搬出する全量は 800,000m³ であるため、量的に 200,000m³ 不足することとなるが、その他の搬入予定地、有効利用先を検討中である。

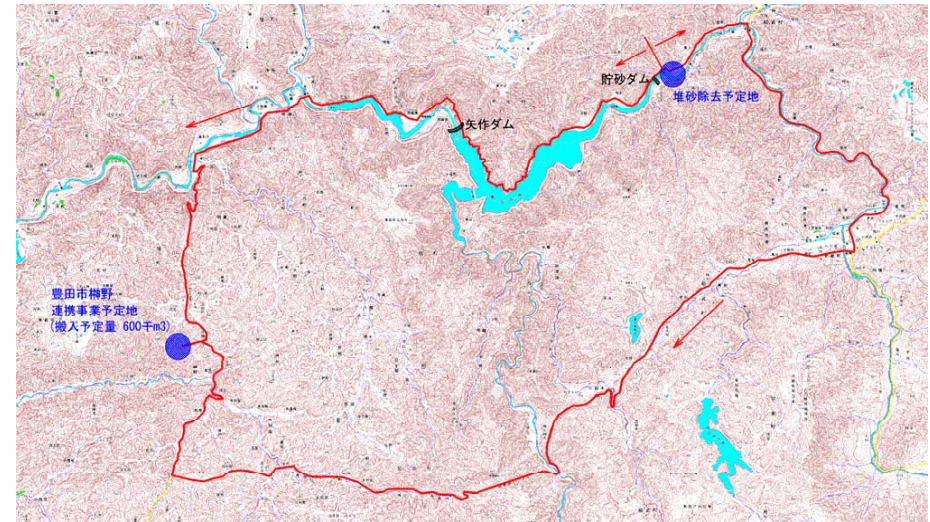


図 4-3 豊田市との連携事業における豊田市榊野地区の搬入位置図

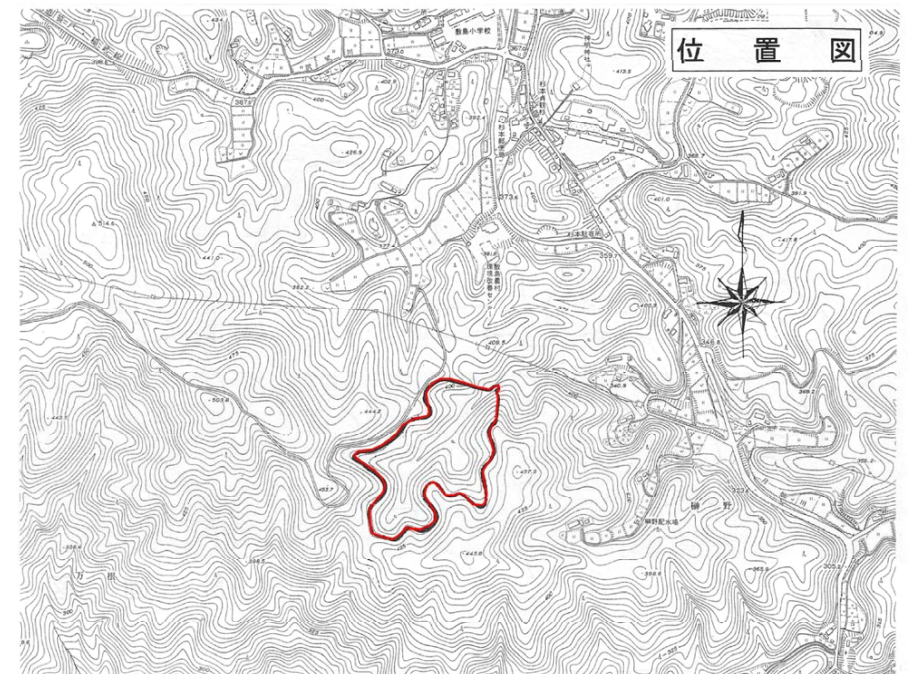


図 4-4 豊田市との連携事業における豊田市榊野地区の搬入予定地

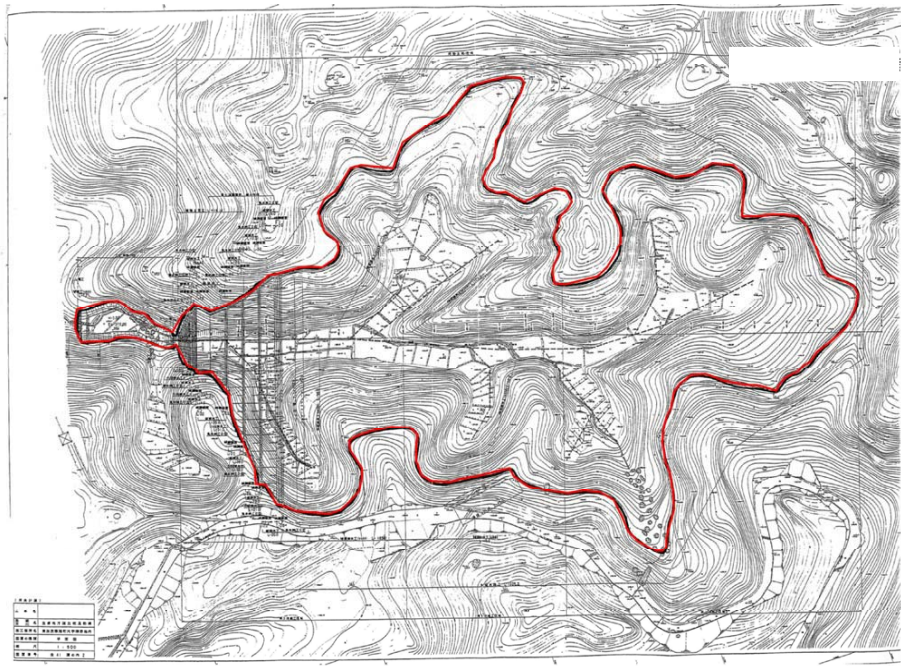


図 4-5 搬入予定地全体の平面図

5. 長期対策（バイパストンネル）のレイアウト案

長期対策における有力案の一つとなるバイパストンネルのレイアウト案を示す。
 長期対策における有力案の一つとなるバイパストンネルのレイアウト案を表 5-1、図 5-2 に示す。

表 5-1 バイパストンネルのルート 2 案の概要

	第1案	第2案
延長	6.2km	7.7km
呑口位置	<ul style="list-style-type: none"> 貯水池内の流速ベクトルが比較的大きく、かつ河岸に寄っているため、その掃流力に期待して、4.6km 付近の右岸に呑口を設ける。 貯水池総合管理計画検討委員会における検討案（図 5-1）。 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水時の掃流力とバイパス効率を期待して、貯砂ダム上流右岸に呑口を設ける。
吐口位置	<ul style="list-style-type: none"> 矢作第二ダムは、現状未満砂状態であり水深が大きいことから、矢作第二ダムよりも上流に吐口を設けると、影響が大きいと考えられる。したがって、矢作第二ダム下流に吐口を設ける。 	

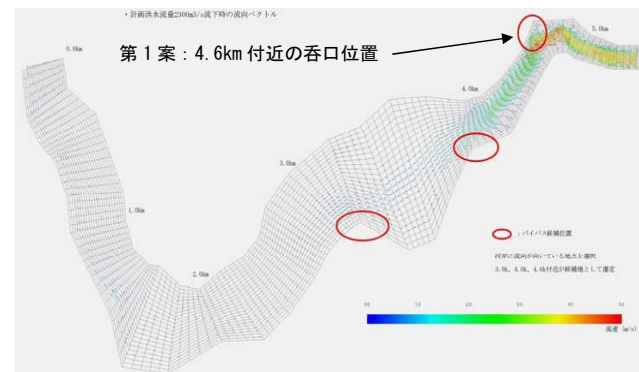


図 5-1 貯水池総合管理計画検討委員会における流速ベクトルの検討結果



図 5-2 長期対策としてのバイパストンネルのレイアウト案