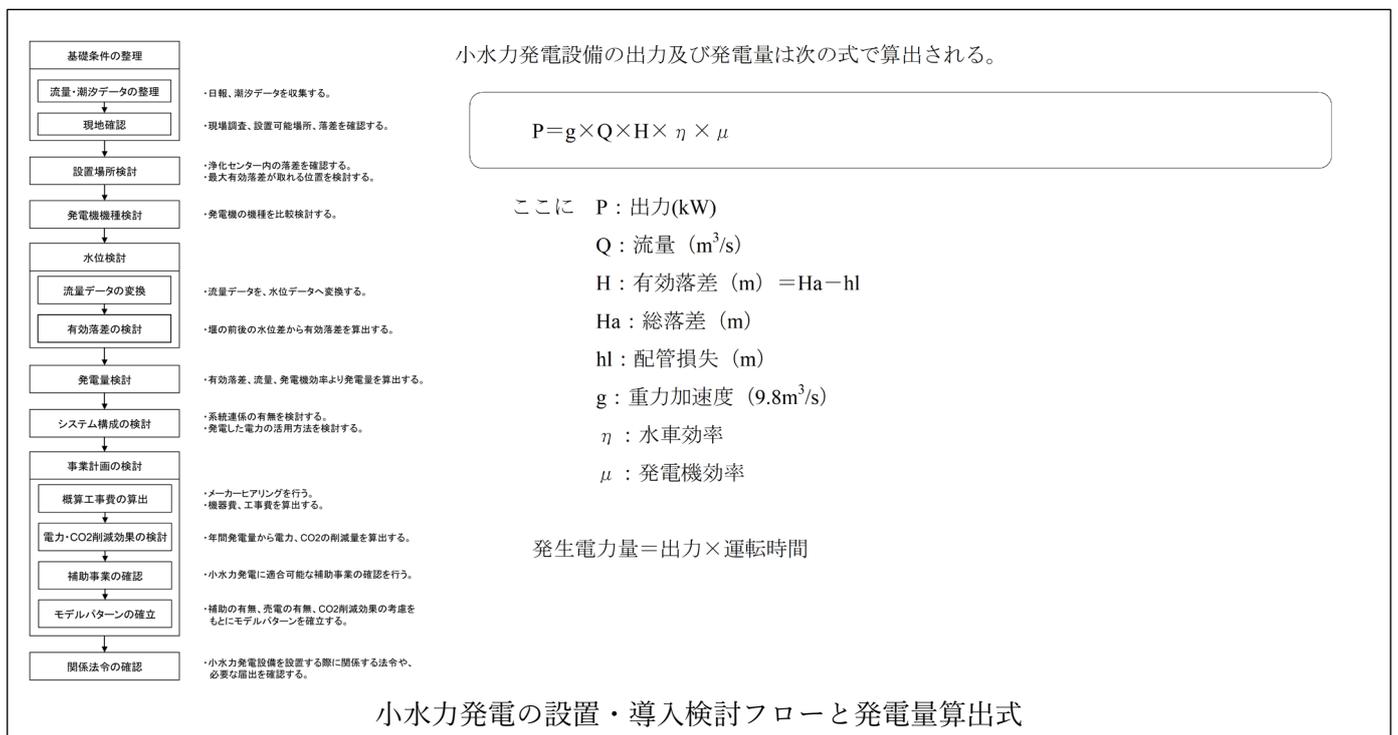


FJISS 温室効果ガス削減技術概要情報

企業名	GHG 削減技術カテゴリ	対象施設等	FJISS 登録年月
株式会社 NJS	サービス提供	処理場	2022 年 5 月

項目	内容
商品（製品）名	下水処理場放流きょにおける小水力発電に係る有効落差、発電量算出ツール
特徴	下水処理場への小水力発電施設の設置・導入可能性の検討に利用するツール ・下水処理水を放流する際の落差エネルギーを利用した発電を対象とする。 ・流量、上流側水位、下流側水位（潮位）から有効水位、有効落差を算出する。 ・算出した有効落差と流量から発電量を算出する。
仕様	下水処理場の、潮位
推奨規模 設置箇所等	有効落差 1.0m 以上の越流堰前後（1 箇所以上、放流きょ設置の際は潮位も要検討）
省エネ、CO2 削減性能等	小水力発電量及び CO2 削減性能は設置箇所状況による（より実績に沿った発電量を算出可能とする）。
導入実績	導入検討：1 箇所（令和 3 年度 5 月時点）
技術認証登録等	
詳細情報 URL	
問い合わせ先	株式会社 NJS 開発本部 地域・エネルギー開発部 TEL 03-6324-4357 URL：https://www.njs.co.jp/



注) 本技術の内容は、企業からの情報をそのまま掲載しており、FJISS が保証するものではありません。

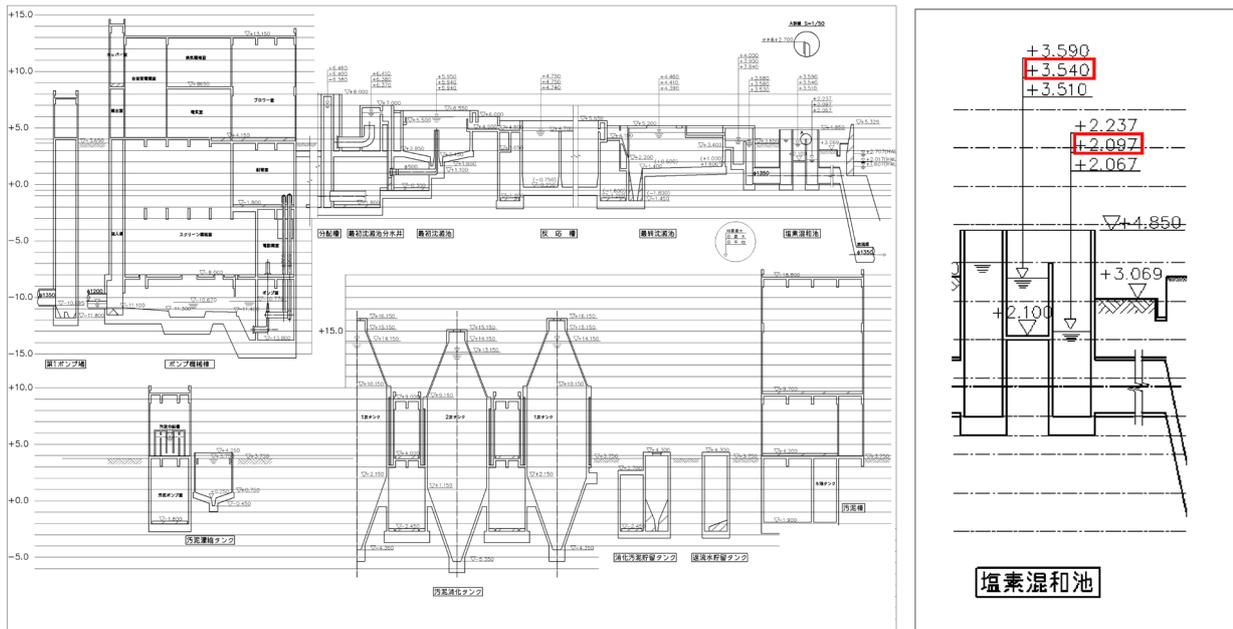


図 導入検討処理場の水位関係図と塩素混和池からの放流きよ

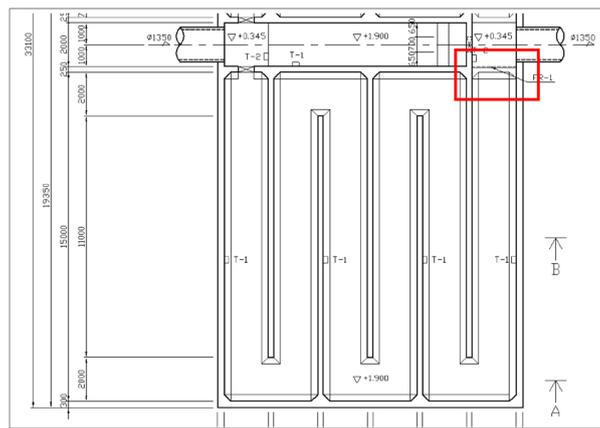
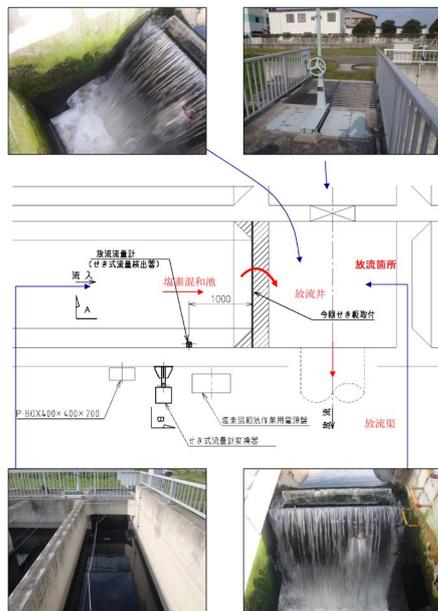


図 導入検討処理場の塩素混和池からの放流きよ周辺位置図



図表 設置検討箇所図と低落差対応の発電機器形式比較表

形式	立軸サイホン式水車	管路内設置型水車	水路設置型水車
概要	堰の上流側に水車を設置する。サイホン形成後に管内部を流れる水で水車を回転させる。堰を越えて放流する。	管路途中に水車を設置し、管路の上流側と下流側の落差により発電する。管路に設置するため、配管管径が異なる場合は新設する必要がある。	水路中に水流を集める堰と一体型の水車を設置し、水路の落差により発電する。
標準口径	φ200～φ800	φ150～φ800	φ300～φ1000
標準有効落差	1m～7m	2m～100m	0.8m～5m
発電効率	管路内設置型水車よりも若干低い。	最も高い。	管路内設置型水車よりも若干低い。
越流堰の利用	越流堰前後の水位差を利用して発電が可能である。	同左	水路に堰を新設する。越流堰に直接取り付けられる場合、放流を停止する必要がある。
補機の有無	自己サイホン形成が可能のため、補機は不要である。	真空ポンプにてサイホン形成を行う必要がある。	補機は不要である。
維持管理性	発電機が橋上にあるため、維持管理性は良い。また、補機が不要なため、手間は少なくなる。	発電機が橋上にあるため、維持管理性は良い。ただし、補機が必要なため、手間は多くなる。	発電機が水中にあるため、維持管理性は劣る。ただし、補機は不要なため、手間は少なくなる。
分解整備	水車主要部の分解できる構造のため、分解整備は容易である。	水車は橋上設置であるため、分解整備は容易である。	水車本体は着組式であるため、分解外し可能だが、水車内部確認のための分解の手間は多くなる。
施工性	ユニットであるため、施工は容易である。	橋上設置であるため、施工は容易であるが、補機の施工が必要となる。	ユニット形状であるため、施工は容易である。
水車故障時の放流への影響	越流堰より越流するため、処理機能への影響は無い。	同左	水路に設置した堰より越流するため、処理機能への影響は無い。
経済性	水車は最も安価である。配管が短く、補機が不要なため、付帯設備の費用は安価である。	水車は安価である。ただし、吸込配管及び補機が必要であり、付帯設備の費用は若干高価となる。	水車は安価である。配管及び補機が不要なため、付帯設備の費用は最も安価である。

注) 本技術の内容は、企業からの情報をそのまま掲載しており、FJISS が保証するものではありません。

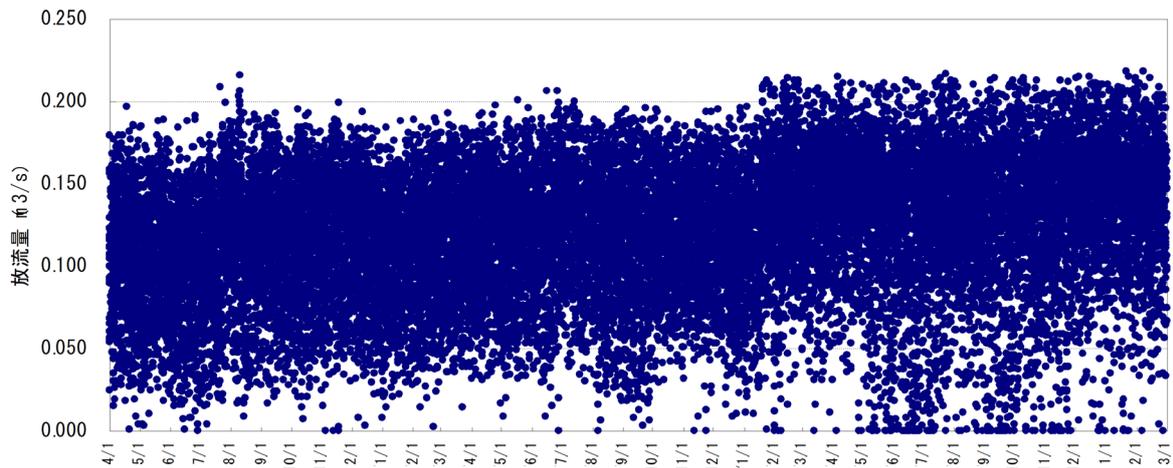


図 通年の放流流量実績

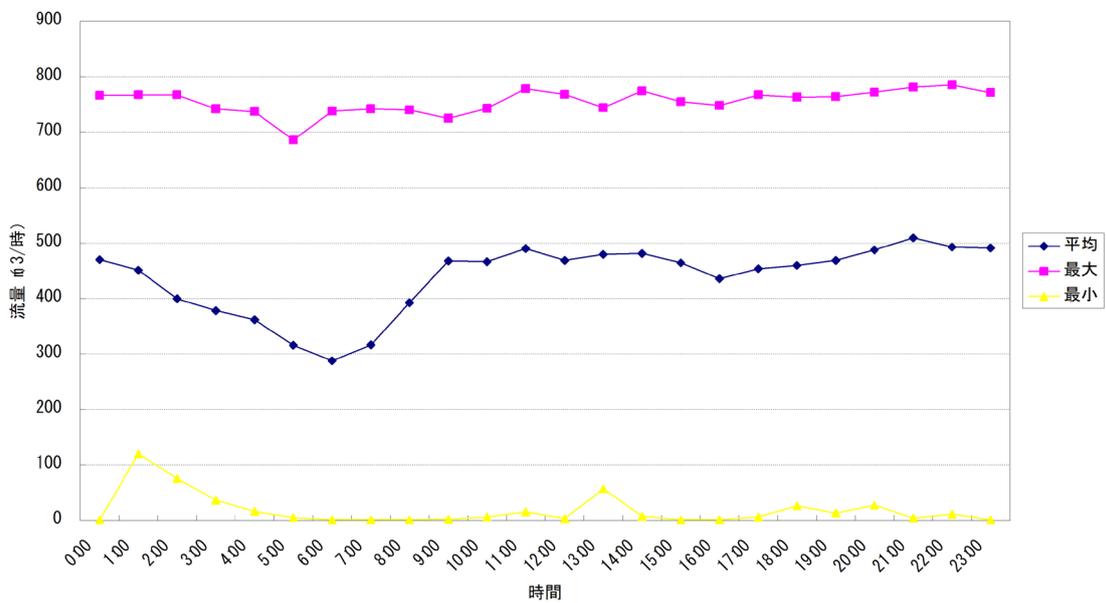


図 通日の放流流量実績

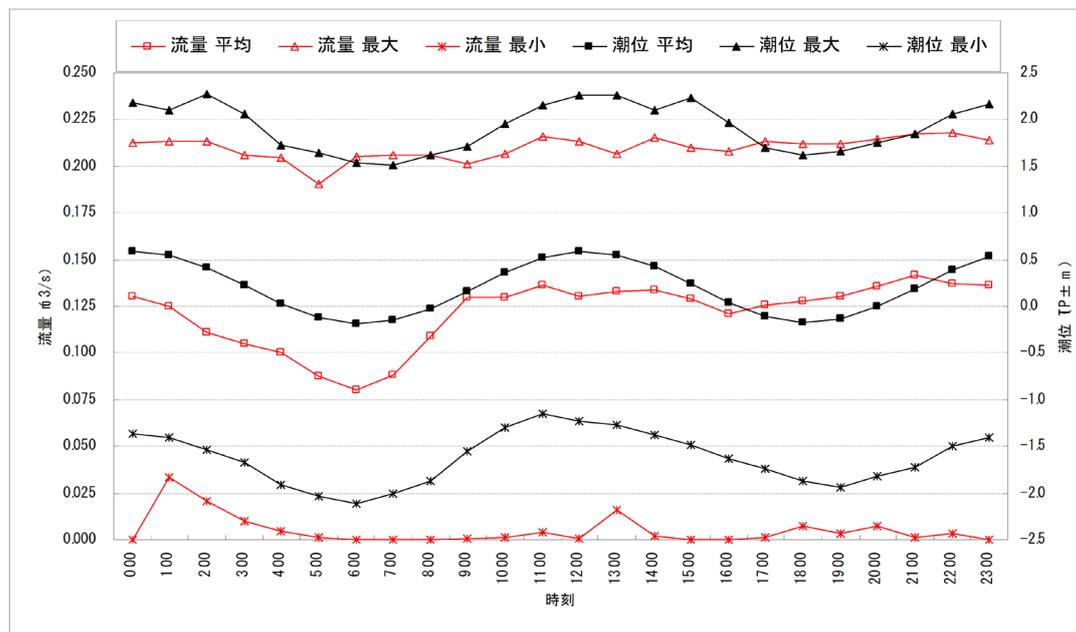


図 3 ヶ年の時間帯別放流流量変動

注) 本技術の内容は、企業からの情報をそのまま掲載しており、FJISS が保証するものではありません。

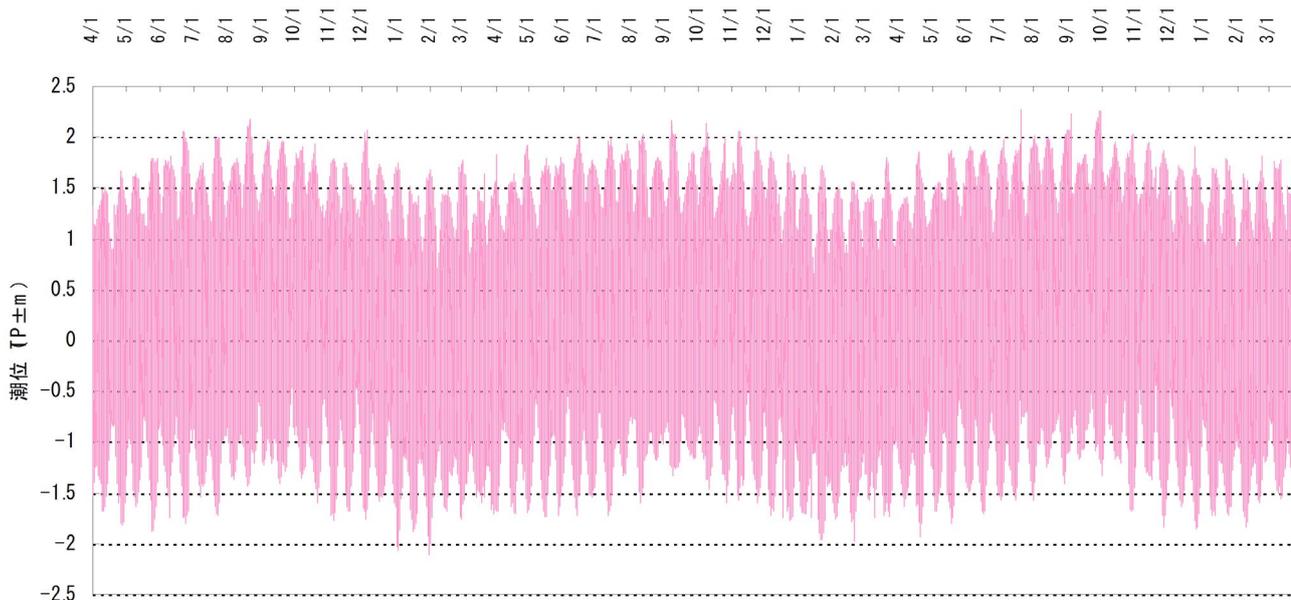
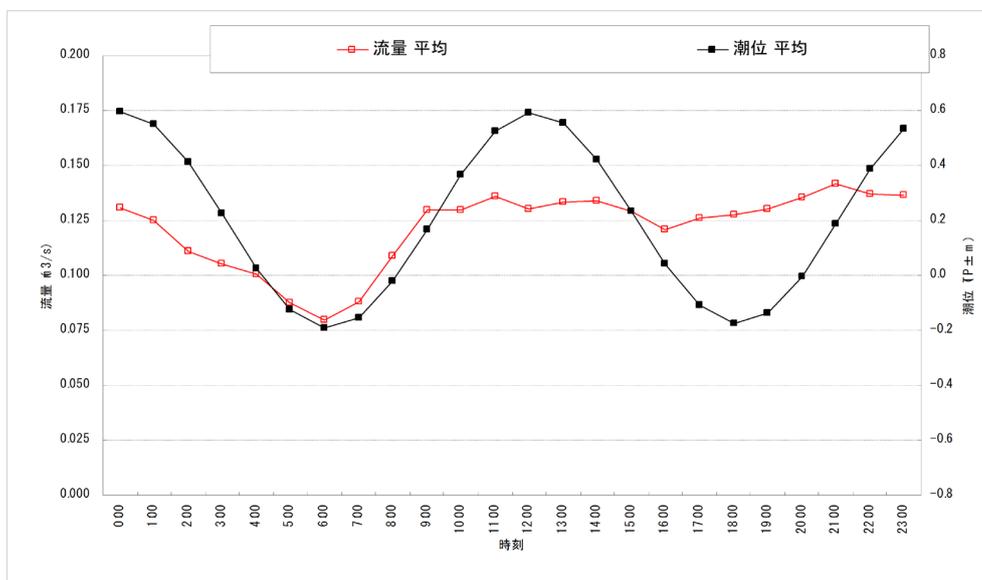


図 潮位の年間変動

	流量 (m3/s)	潮位 (m)		流量 (m3/s)	潮位 (m)	
ケース1	0.131	TP+ 0.595	0時	ケース13	0.130	TP+ 0.592
ケース2	0.125	TP+ 0.550	1時	ケース14	0.133	TP+ 0.552
ケース3	0.111	TP+ 0.415	2時	ケース15	0.134	TP+ 0.422
ケース4	0.105	TP+ 0.223	3時	ケース16	0.129	TP+ 0.235
ケース5	0.100	TP+ 0.025	4時	ケース17	0.121	TP+ 0.041
ケース6	0.088	TP- 0.125	5時	ケース18	0.126	TP- 0.110
ケース7	0.080	TP- 0.190	6時	ケース19	0.128	TP- 0.175
ケース8	0.088	TP- 0.153	7時	ケース20	0.130	TP- 0.136
ケース9	0.109	TP- 0.022	8時	ケース21	0.135	TP- 0.003
ケース10	0.130	TP+ 0.167	9時	ケース22	0.141	TP+ 0.188
ケース11	0.130	TP+ 0.367	10時	ケース23	0.137	TP+ 0.386
ケース12	0.136	TP+ 0.525	11時	ケース24	0.136	TP+ 0.535
						12時



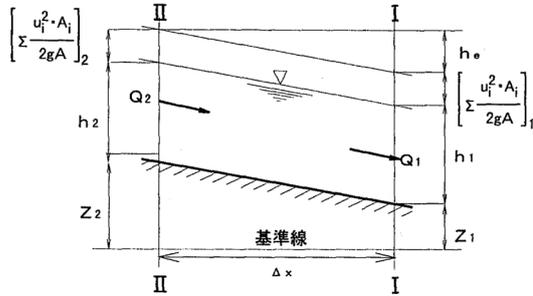
図表 時間帯別変動 (放流流量・潮位)

注) 本技術の内容は、企業からの情報をそのまま掲載しており、FJISS が保証するものではありません。

運動方程式

$$\left[ H + \frac{1}{A} \sum \frac{u_i^2 A_i}{2g} \right]_2 - \left[ H + \frac{1}{A} \sum \frac{u_i^2 A_i}{2g} \right]_1$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ \left[ \frac{1}{A} \sum \frac{N_i^2 u_i^2}{R_i^{1/3}} S_{bi} \right]_1 + \left[ \frac{1}{A} \sum \frac{N_i^2 u_i^2}{R_i^{1/3}} S_{bi} \right]_2 + \left[ \frac{\sum \tau_j S_j}{\rho g A} \right]_1 + \left[ \frac{\sum \tau_j S_j}{\rho g A} \right]_2 \right\} \Delta X$$



ここに、添字 1 は下流断面の水量で、添字 2 は上流断面の水量。  
上式を  $H = Z + h$  と定義し下式に展開して計算した。

速度水頭      摩擦水頭      側面抵抗水頭

$$\Phi = Z_1 + h_1 + \left[ \frac{\sum \frac{u_i^2 A_i}{2gA}} \right]_1 + \left[ \frac{\Delta x}{2A} \sum \frac{N_i^2 u_i^2}{R_i^{1/3}} S_{bi} \right] + \left[ \frac{\Delta x}{2A} \sum \frac{\tau_j S_j}{\rho g} \right]_1$$

$$\Psi = Z_2 + h_2 + \left[ \frac{\sum \frac{u_i^2 A_i}{2gA}} \right]_2 - \left[ \frac{\Delta x}{2A} \sum \frac{N_i^2 u_i^2}{R_i^{1/3}} S_{bi} \right] - \left[ \frac{\Delta x}{2A} \sum \frac{\tau_j S_j}{\rho g} \right]_2$$

注) 計算表 損失水頭④の  $\Delta x$  は、1 行下の区間距離 損失水頭④の  $\Delta x$  は、同じ行の区間距離となる。  
常流の場合は、I 断面  $\Phi$  を計算し II 断面における水深を仮定し  $\Psi$  が  $\Phi$  に一致するまで仮定し直して計算した。また、射流では II 断面  $\Psi$  を計算し I 断面における水深を仮定し  $\Phi$  が  $\Psi$  に一致するまで仮定し直して計算する。  
上記の  $\Phi$ ,  $\Psi$  を算出する手順は下記となる。  
まず、指定された流量  $Q$  と仮定された水位で本解説書の第 3 章の流速・

流量の算出方法から勾配を逐次的に算出し、その勾配を使用して初期値  $u_0$  を用いて  $u_i$  が収束するまで計算し、収束計算を行い、断面の流速分布を求める。その時の諸数値を  $\Phi$ ,  $\Psi$  に当てはめて運動量保存の式から水深を計算する。

注) 等流の場合は河床勾配  $I_b$  を既知として使用するが不等流計算の場合には近似的に  $I_b$  をエネルギー勾配に置き換えることができるとし、このエネルギー勾配を連続式 ( $Q = \sum A_i \cdot u_i$ ) から算出する。

- ここに、
- $i$  : 分割断面番号
  - $S_{bi}$  : 河床との境界 (潤辺) (m)
  - $S_1$  : 左側死水域との境界 (m)
  - $S_2$  : 左側有効域 ---
  - $S_3$  : 右側死水域 ---
  - $S_4$  : 右側有効域 ---
  - $f_1$  : 左側死水域との境界混合係数 (-)
  - $f_3$  : 右側死水域 ---
  - $I_b$  : 河床勾配
  - $N_i$  : --- 複合粗度係数
  - $A_i$  : --- 通水断面積 (m<sup>2</sup>)
  - $R_i$  : --- 径深 (m)
  - $u_i$  : --- 流速 (m/sec)
  - $Q_i$  : --- 流量 (m<sup>3</sup>/sec)
  - $g$  : 重力の加速度 (=9.8m/sec<sup>2</sup>)
  - $\alpha$  : エネルギー補正係数
  - $\Delta x$  : I ~ II 断面間斜距離 (m)
  - $Z_b$  : 河床高 (m)
  - $h$  : 水深 (m)
  - $\tau$  :  $\rho f_j u_i^2$  (干渉によるせん断力) (-)
  - $\rho$  : 水の密度 (-)
  - $f_j$  : 境界混合係数 (-)
- 注) 添え字 1, 2 は断面 I, II を示す。

流量 : 0.136m<sup>3</sup>/s      有効水位 : 2.120m

図 水位計算式と有効水位の算出

公式-2.1 (ダルシー・ワイズバッハ)

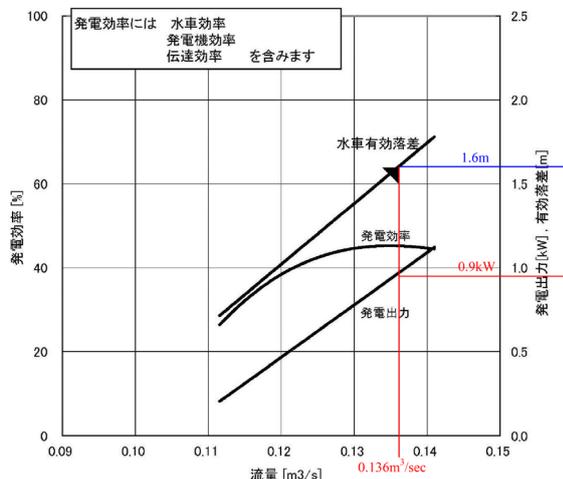
施設名	導水渠		流入管		備考
	記号	対象水量	対象水量		
流量(m <sup>3</sup> /秒)	Q	0.136	0.136		
管路数	N	1	1		
単位流量(m <sup>3</sup> /秒)	q	0.136	0.136		
形状寸法					
管径	d	0.250	0.500		
流積	AW	0.049	0.196		
延長	L	4.70	0.00		
摩擦損失係数	f	0.033	0.033		
下流側水位 (m)	Ho				
流速 (m/s)	V	2.771	0.693		V=q/AW
速度水頭 (m)	$\frac{V^2}{2g}$	0.392	0.024		
直管損失 (m)	h <sub>n</sub>	0.243			f = 0.50
流入損失 (m)	h <sub>i</sub>	0.110			n = 1
流出損失 (m)	h <sub>o</sub>	0.024			f = 1.00
曲り損失 (m)	h <sub>b</sub>	0.063			n = 1
その他の損失	h <sub>e</sub>				f = 0.16
					n = 1
損失合計	$\Sigma h$	0.440			
損失水頭	h	0.440			cm単位に切上げ
上流側水位 (m)	H	0.440			H=H0+h

有効水位      Ha=2.120 m  
配管損失      Hf=0.440 m

$$H = Ha - Hf$$

$$= 2.120 - 0.440$$

$$= 1.680 \rightarrow 1.6 \text{ m}$$



図表 配管損失計算と有効落差の算出

注) 本技術の内容は、企業からの情報をそのまま掲載しており、FJISS が保証するものではありません。