

# 工 事 設 計 書

施 行 年 度	令和元年度	契 約 番 号	伊賀市		
		2019000862			
工 事 名	ゆめが丘浄水場南向きポンプ更新工事				
施 工 場 所	伊賀市	ゆめが丘	地 内	課長	係長
工 種	機械設備			設計者	検算者
設 計 金 額	円	内消費税相当額	円		
工 期	令和2年3月13日 日間				
工 事 の 大 要			起 工 理 由		
ゆめが丘浄水場 南向き送水ポンプ 1台 機器 両吸込ポンプ 1台 既存機器撤去・設置工 一式 (保管) 試運転調整 一式			別紙のとおり		

設計内訳書								
費目	工種	種別	細別	単位	数量	単価	金額	摘要
本工事費								
機器費				式	1			第0001号 明細表
材料費				式	1			第0001号 明細表
施工費				式	1			第0002号 明細表
直接工事費計								
共通仮設費				式	1			
純工事費								
現場管理費				式	1			
据付間接費				式	1			
設計技術費				式	1			
工事原価								
一般管理費				式	1			
工事価格								
消費税及び地方消費税相当額								
本工事費計								

第0001号 明細表						1式
		(上段：前回 下段：今回)				
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
材料費						
機器費						
両吸込渦巻ポンプ	250A×150A	台	1			電動機・フライホイール等含む
	小計					
材料費						
配管・電線管・配線材料		式	1			
	小計					

第0002号 明細表

1式

(上段：前回 下段：今回)

名称 規格	単位	数量	単価	金額	摘要
施工費					
機器撤去・設置・試運転調整 撤去品移送含む	式	1			
直接経費	式	1			
小計					

# ゆめが丘浄水場南向きポンプ更新工事

## 特記仕様書

2019年度

伊賀市上下水道部

# 目 次

第 1 章	総 則
第 1 節	一般事項
第 2 章	機械設備
第 1 節	設備概要
第 2 節	機器概要
第 3 節	施工範囲
第 3 章	据付工事
第 1 節	据付工事
第 2 節	電気配線工事
第 3 節	塗装工事
第 4 節	試運転調整
第 5 節	引渡し及び保証

# 第1章 総則

## 第1節 一般事項

1. 本工事は以下に記載する工事を当市の契約規定、関係法規、一般仕様書、特記仕様書及び設計図書並びに係員の指示に従い、誠意をもって完全なる施工をなすものとし、後記の関連法規及び規格を遵守し施工を行うこと。
2. 本工事受注者は一般仕様書、本特記仕様書および設計図書に従って施工するものであるが、これに明示してない事項でも、施工上当然必要な足場等の仮設および設備等は受注者の責任において行わなければならない。
3. 本工事受注者は関係諸官庁、電力会社、保安協会、N T T等に対する一切の手続きを代行するとともに、常に密接な連絡を保ちそれぞれの使用に支障のないように注意しなければならない。なお、これに必要な経費は、受注者の負担とする。特に施設の運転には支障のないように注意しなければならない。
4. 本工事の施工に当たっては承認図を提出し、当市係員の承認を得るものとするが、仕様書の変更については係員が認めた場合について行うことができる。
5. 本工事について受注者は、水道施設課の監督員から求められた場合、次の工事関係図書を各2部提出すること。これらに要する費用は受注者の負担とすること。

### [1] 納入図

- (1) 機器外形図、詳細図、結線図
- (2) 機器配置図
- (3) 配管配線詳細図
- (4) その他、当市が指示するもの

### [2] 完成図書

- (1) 維持管理に必要な操作説明図書
  - (2) 各種機器試験成績表
  - (3) 各種機器取扱説明書
6. 本工事竣工までの機器材料の保管の責任は受注者によるものとする。
  7. 本工事施工中に建造物、機械設備等の関係でおきる機器の配置、配管路の軽微なる変更は受注者において行うこと。
  8. 取り合い  
配管設備、電気計装設備に関連するもので他の業者に作成依頼もしくは、作業取り合いが発生すると思われるものについては、受注後に他の施工図とは別途に施工図を提出して、工事の円滑な進捗をはかること。
  9. 工場立会い検査  
当市が指定する機器については工場立会い検査を行う。検査に要する費用は受注者の負担とする。
  10. 関連法規及び準拠規格
    - (1) 日本水道協会規格 (J W W A)
    - (2) 水道施設設計指針 (日本水道協会)
    - (3) 電気設備技術基準 (経済産業省令)
    - (4) 日本工業規格 (J I S)
    - (5) 日本電機工業会規格 (J E M)
    - (6) 電気規格調査会標準規格 (J E C)
    - (7) 機械、電気設備工事共通仕様書 (国土交通省大臣官房官庁営繕部編)
    - (8) その他関係法規、規格及び基準

## 第2章 機械設備

### 第1節 設備概要

本設備は、ゆめが丘浄水場より、上野南ポンプ所・上野第1分水・島ヶ原ポンプ所へ送水するポンプである。

既存ポンプについては、別添参照の能力を有し、インバーター制御、水量制御で3箇所へ送水している。

ポンプ等が3台設置され内1台分を更新し、撤去ポンプ等を予備機として保管するために当該工事を施工する。

### 第2節 機器概要

#### 1. 更新機器

ポンプ 1台

フライホイール 1台 (水撃検討書による)

電動機 1台

ベースプレート 一式

配管・電線管・配線材料 一式 (既設接続用材料

ポンプ吸込・吐出配管・排水管

流用機器接続材料含む)

※ ポンプ選定は、水撃検討書・水理計算書による

同等品可 ただし、既存機器と同一品であればベースプレートは除く。

※ ゆめが丘浄水場内ポンプ棟 地下3階

電動ホイスト等 有 ・搬入口 有 (ポンプ棟地上1階)

#### 2. その他

軸温度計 4台 ・ 圧力スイッチ 2台 ・ 吸込、吐出圧力計 各1台

上記測定架台 1基 既存流用 (配管等含む)

満水検知器 既存流用 (配管・電線管・配線含む)

電動機 動力線・信号線 電線管・配線 既存流用

#### 3. 施工範囲

ア 既存機器 撤去・保管場所へ設置

1. 更新機器の既存撤去機器をゆめが丘浄水場同ポンプ棟へ保管のため移送  
保管場所はポンプ棟のホイスト可動範囲とする

イ 1. 更新機器・2. その他の機器 設置・接続 (心出し等含む)

ウ 試運転調整

## 第3章 据付工事

### 第1節 据付工事

1. 機器の据え付けにあたっては、十分な経験と技術を持った専門技術者の指導のもとで行ない、その機器の性能や機能を損なうことのないように十分注意して据え付けなければならない。
2. 本工事場所は、浄水場施設のため、施設、設備の維持管理に支障を与えないよう施工するとともに、油類及び汚水等で汚染しないよう衛生管理にも十分注意して施工すること。
3. 機器の据え付け工事にあたって、他工事との出会い現場となる場合は、機器の破損や汚れを受けないように本工事の受注者によって保護に努めなければならない。

### 第2節 電気配線工事

1. 電気配線工事にあたっては、保守管理上危険性のないよう配慮して施工することはもちろん、次の規定及び仕様に適合した工事でなければならない。
  - (1) 内線規定専門部会 内線規定 (JEAC)
  - (2) 社団法人公共建設協会 電気設備工事共通仕様書
2. 動力配線、制御配線等のケーブル線は各種類ごとに順序よく整理して配線し、端末処理を完全にしなければならない。

### 第3節 塗装工事

1. 各機器の塗装は、特記なき限り製作者の標準塗装とする。但し、仕上げ色については、当市の指示によるものとする。
2. 据付後、損傷箇所がある場合はその補修塗装を行うものとする。

### 第4節 試運転調整

1. 各機器の現場据付後、当市の定める期間内に受注者は各機器について専門の熟練した技術者を派遣し、機器の調整試運転を行い必要な成績書を提出すること。
2. 試運転終了後、当市係員に各機器の機能および取扱操作方法等の説明をすること。
3. 当該ポンプ設備は、東芝インフラシステムズ(株)製の中央監視システムから遠隔制御して運転している。

その中央監視システムからの指示により、日新電機(株)製の現場制御盤にて送水量をインバーター制御し、運転号機の自動切替などの制御を行っている。

本工事における当該ポンプ設備設置後の試運転調整については、前述の自動制御などの性能が当初どおり発揮できることを受注者の責任において行うこと。

しかし、それを受注者において行うことができず、上記2者の技術的な支援を必要とした場合、それに係る不測の費用はすべて受注者の負担とする。

### 第5節 引渡しおよび保証

1. 本工事の引渡しは、当市係員の竣工検査に合格した時をもって引渡しとする。
2. 本工事引渡し後の保証期間は、満1ヶ年とする。なお、保障期間中に受注者の責任に帰すべき原因による事故が生じた場合には当市が指定する期間内に無償にて補修、または良品に取り替えること。

## ゆめが丘浄水場南向きポンプ更新工事

### 1. 一般事項

- 更新機器 塗装仕様 P.1**
- (1) 塗装は工場試験完了後の施工を原則と致します。但し、主ポンプの内面塗装などのように、組立後では塗装困難な部分は組立前に塗装するものと致します。
  - (2) 素地調整後、必要に応じてプライマー処理及び下塗り塗装を行います。
  - (3) 圧力計、小口径弁類等の購入品の塗装は各メーカーの標準塗装と致します。
  - (4) 電動機内面などの接油部については各メーカーの標準耐油塗装と致します。
  - (5) 機器類塗装は、工場及び現場共、ハケ塗りを原則と致します。  
たて、よこに交差させて、むら、たれ、流れ、異物の混入、ピンホールのないように致します。
  - (6) 記載の塗装工程の他、現地にて必要に応じて補修塗装を行います。
  - (7) 機械加工面、ステンレス製品、非鉄金属、メッキ面は塗装致しません。

### 2. 素地調整基準

下地処理の程度		下地処理の状況	使用用具
原板ブラスト (1種)		加工前に表面処理し、その後プライマー処理を行う。	ショットブラスト グリット   " カットワイヤ   " サンド       "
製品 ブラ スト	1種ケレン	ミルスケール、錆等を完全に除去し、 清浄な金属面とする。	ショットブラスト グリット   " カットワイヤ   " サンド       " スケーリングマシン グラインダ 化学薬品 スクレーパ ハンマ ワイヤブラシ サンドペーパー
2種 ケレン		完全に付着したミルスケール等以外の 旧塗装錆等を除去する。	ディスクサンダ スクレーパ ハンマ サンドペーパー
3種 ケレン		浮き錆等を剥離除去する。	サンドペーパー
4種 ケレン		錆、溶接のスパッタを除去する。	ワイヤブラシ

1. 塗装区分-A

ゆめが丘浄水場南向きポンプ更新工事

1-1 適用機品名

更新機器 塗装仕様 P.2

①送水ポンプ (AP385611北向・<sup>AP428582</sup>AP385620南向)

②送水ポンプ用主配管 (北向・南向・吸込側共通部)

③浄水管

④越流管

⑤排水管

1-2 接水部

工程	素地調整及び塗料名	標準膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	塗装色	施工場所	備考
素地調整	1種ケレン			工場	但し鋳鉄部は2種ケレン
プライマー	有機ジンクリッチペイント	75		工場	
第1層(下塗)	水道用液状エポキシ樹脂塗装	100	黒	工場	
第2層(中塗)	水道用液状エポキシ樹脂塗装	100	グレー	工場	
第3層(上塗)	水道用液状エポキシ樹脂塗装	100	黒	工場	
	合計	375以上			

1-3 屋内露出部

工程	素地調整及び塗料名	標準膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	塗装色	施工場所	備考
素地調整	1種ケレン			工場	但し鋳鉄部は2種ケレン
第1層(下塗)	リン酸塩系錆止めペイント	35		工場	
第2層(下塗)	リン酸塩系錆止めペイント	35		工場	
第3層(中塗)	長油性フタル酸樹脂塗料中塗り	30	仕上色の淡色	工場	
第4層(上塗)	長油性フタル酸樹脂塗料上塗り	25	下記	工場	
	合計	125以上			

<屋内露出部仕上色>

C42-70H(2.5G7/4) : ①AP385611北向・②北向  
 C65-80H(5B8/4) : ①<sup>AP428582</sup>AP385620南向・②南向  
 C62-40L(2.5B4/6) : ②吸込側共通部・③・④・⑤

1-4 コンクリート埋設部

ジンクリッチプライマ1回塗りとします。

2. 塗装区分-B

2-1 電動機

メーカー標準塗装とし、外面仕上げ色は送水ポンプと合わせるものとします。

御注文主 三重県企業庁長 殿

工事名 平成18年度 伊上水 第10一分0002号  
ゆめが丘浄水場送水ポンプ設備工事

## 水理計算書

製造番号 AP385611    ポンプ形式 CDM200×150EN  
製造番号 AP428582    ポンプ形式 CDM250×200FN

## 〈南向ルート〉

### 1. 設計条件

#### (1) 上野南ポンプ所ライン

- 1) 計画吐出水位 : +180.85 (上野南ポンプ所HWL)
- 2) 計画吸水位 : +171.70 (ゆめが丘浄水場LWL)
- 3) 計画実揚程 :  $H_a = 180.85 - 171.70 = 9.15\text{m}$
- 4) 計画送水量 :  $Q = 5950\text{m}^3/\text{日} (=4.13\text{m}^3/\text{min})$
- 5) ポンプ送水量 :  $Q_p = 6.8\text{m}^3/\text{min}$  (1台あたり)

#### (2) 上野第1分水ライン

- 1) 計画吐出水位 : +191.60 (上野第1分水HWL)
- 2) 計画吸水位 : +171.70 (ゆめが丘浄水場LWL)
- 3) 計画実揚程 :  $H_a = 191.60 - 171.70 = 19.90\text{m}$  *0.2MPa*
- 4) 計画送水量 :  $Q = 12700\text{m}^3/\text{日} (=8.82\text{m}^3/\text{min})$
- 5) ポンプ送水量 :  $Q_p = 6.8\text{m}^3/\text{min}$  (1台あたり)

#### (3) 島ヶ原ポンプ所ライン

- 1) 計画吐出水位 : +180.19 (島ヶ原ポンプ所HWL)
- 2) 計画吸水位 : +171.70 (ゆめが丘浄水場LWL)
- 3) 計画実揚程 :  $H_a = 180.19 - 171.70 = 8.49\text{m}$
- 4) 計画送水量 :  $Q = 750\text{m}^3/\text{日} (=0.52\text{m}^3/\text{min})$
- 5) ポンプ送水量 :  $Q_p = 6.8\text{m}^3/\text{min}$  (1台あたり)

### 2. 損失計算

#### 1) 機場内吸込側

各管路流量、流速は以下の通りとなります。

口径 (D)	φ 250mm	φ 600mm	φ 600mm
流量 (Q)	$6.8\text{m}^3/\text{min}$	$6.8\text{m}^3/\text{min}$	$13.6\text{m}^3/\text{min}$
流速 (V)	$2.31\text{m/s}$	$0.40\text{m/s}$	$0.80\text{m/s}$

#### ・吸込ベルマウス (φ 600mm)

$$\begin{aligned}
 f &= 0.2 \\
 hf &= f \times V^2 / 2g \\
 &= 0.2 \times 0.80^2 / 19.6 \\
 &= \underline{0.007}
 \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	( $\approx 9.80\text{m/s}^2$ )

#### ・仕切弁 (φ 600mm)

$$\begin{aligned}
 f &= 0.25 \\
 hf &= f \times V^2 / 2g \\
 &= 0.25 \times 0.80^2 / 19.6 \\
 &= \underline{0.008}
 \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	( $\approx 9.80\text{m/s}^2$ )

・チーズ (φ600mm→φ600mm)

$$\begin{aligned} f &= 1.25 \\ hf &= f \times V^2 / 2g \\ &= 1.25 \times 0.80^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.041} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・分流 (φ600mm)

$$\begin{aligned} f &= 0 \\ hf &= f \times V^2 / 2g \\ &= 0 \times 0.80^2 / 19.6 \\ &= \underline{0} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・チーズ (φ600mm→φ250mm)

$$\begin{aligned} f &= 0.97 \\ hf &= f \times V^2 / 2g \\ &= 0.97 \times 2.31^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.264} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・仕切弁 (φ250mm)

$$\begin{aligned} f &= 0.25 \\ hf &= f \times V^2 / 2g \\ &= 0.25 \times 2.31^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.068} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・直管 (φ600mm×13.6m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned} \lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.6\} \times 1.5 \\ &= 0.031 \\ hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2 / 2g \\ &= (0.031 \times 4 / 0.6) \times 0.80^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.007} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・直管 (φ600mm×6.8m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned} \lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.6\} \times 1.5 \\ &= 0.031 \\ hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2 / 2g \\ &= (0.031 \times 4 / 0.6) \times 0.40^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.002} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・直管 (φ250mm×6.8m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned}\lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.25\} \times 1.5 \\ &= 0.033\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2/2g \\ &= (0.033 \times 2/0.25) \times 2.31^2/19.6 \\ &= \underline{0.072}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

よって、機場内吸込側損失は、以下のとおりとなります。

$$\begin{aligned}Hf &= \Sigma hf \\ &= \underline{0.469} \text{ (m)}\end{aligned}$$

## 2) 機場内吐出側

各管路流量、流速は以下の通りとなります。

口径 (D)	φ200mm	φ250mm	φ350mm	φ300mm	φ350mm	φ600mm
流量 (Q)	6.8m <sup>3</sup> /min	6.8m <sup>3</sup> /min	6.8m <sup>3</sup> /min	13.6m <sup>3</sup> /min	13.6m <sup>3</sup> /min	13.6m <sup>3</sup> /min
流速 (V)	3.61m/s	2.31m/s	1.18m/s	3.21m/s	2.36m/s	0.80m/s

・漸拡管 (φ200mm→φ250mm)

拡がり角度16°として

$$\begin{aligned}f &= 0.32 \\ hf &= f \times (V_1 - V_2)^2 / (2 \times 9.8) \\ &= 0.32 \times (3.61 - 2.31)^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.028}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V <sub>1</sub>	: 漸拡前の流速	(m/s)
V <sub>2</sub>	: 漸拡後の流速	(m/s)

・逆止弁 (φ250mm)

$$hf = 1.8 \text{ (メーカー値)}$$

hf	: 損失水頭	(m)
----	--------	-----

・仕切弁×2箇所 (φ250mm)

$$\begin{aligned}f &= 0.25 \\ hf &= f \times V^2 / 2g \times 2 \text{ 箇所} \\ &= 0.25 \times 2.31^2 / 19.6 \times 2 \text{ 箇所} \\ &= \underline{0.136}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・チーズ (φ250mm→φ350mm)

$$\begin{aligned}f &= 1.25 \\ hf &= f \times V^2 / 2g \\ &= 1.25 \times 2.31^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.340}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・合流 (φ 350mm)

$$f=0.49$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times V^2 / 2g \\ &= 0.49 \times 2.36^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.139} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・チーズ (φ 350mm→φ 350mm)

$$f=1.25$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times V^2 / 2g \\ &= 1.25 \times 2.36^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.355} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・90° エルボ (φ 350mm)

$$f=0.17$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times V^2 / 2g \times 2 \text{箇所} \\ &= 0.17 \times 2.36^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.048} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・漸縮管 (φ 350mm→φ 300mm)

拡がり角度6° として

$$f=0.10$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times (V_1 - V_2)^2 / 2g \\ &= 0.10 \times (2.36 - 3.21)^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.004} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V <sub>1</sub>	: 漸縮前の流速	(m/s)
V <sub>2</sub>	: 漸縮後の流速	(m/s)

・仕切弁×2箇所 (φ 300mm)

$$f=0.25$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times V^2 / 2g \times 2 \text{箇所} \\ &= 0.25 \times 3.21^2 / 19.6 \times 2 \text{箇所} \\ &= \underline{0.263} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・漸拡管 (φ 300mm→φ 350mm)

拡がり角度6° として

$$f=0.64$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times (V_1 - V_2)^2 / 2g \\ &= 0.64 \times (3.21 - 2.36)^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.024} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V <sub>1</sub>	: 漸拡前の流速	(m/s)
V <sub>2</sub>	: 漸拡後の流速	(m/s)

・漸拡管 (φ350mm→φ600mm)

拡がり角度28°として

$$f=0.64$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times (V_1 - V_2)^2 / 2g \\ &= 0.64 \times (2.36 - 0.80)^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.079} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V <sub>1</sub>	: 漸拡前の流速	(m/s)
V <sub>2</sub>	: 漸拡後の流速	(m/s)

・90° エルボ×2箇所 (φ600mm)

$$f=0.17$$

$$\begin{aligned} hf &= f \times V^2 / 2g \times 2 \text{箇所} \\ &= 0.17 \times 0.80^2 / 19.6 \times 2 \text{箇所} \\ &= \underline{0.011} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
f	: 損失係数	
V	: 流速	(m/s)
g	: 重力加速度	(≒9.80m/s <sup>2</sup> )

・直管 (φ250mm×6.8m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned} \lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.25\} \times 1.5 \\ &= 0.033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2 / 2g \\ &= (0.033 \times 2 / 0.25) \times 2.31^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.072} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・直管 (φ350mm×6.8m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned} \lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.35\} \times 1.5 \\ &= 0.032 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2 / 2g \\ &= (0.032 \times 4 / 0.35) \times 1.18^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.026} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・直管 (φ350mm×13.6m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned} \lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.35\} \times 1.5 \\ &= 0.032 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2 / 2g \\ &= (0.032 \times 10 / 0.35) \times 2.36^2 / 19.6 \\ &= \underline{0.260} \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・直管 (φ300mm×13.6m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned}\lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.30\} \times 1.5 \\ &= 0.033\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2/2g \\ &= (0.033 \times 4/0.30) \times 3.21^2/19.6 \\ &= \underline{0.231}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・直管 (φ600mm×13.6m<sup>3</sup>/min)

ダーシーの公式より、

$$\begin{aligned}\lambda &= \{0.020 + 0.0005/D\} \times 1.5 \\ &= \{0.020 + 0.0005/0.6\} \times 1.5 \\ &= 0.031\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}hf &= (\lambda \times L/D) \times V^2/2g \\ &= (0.031 \times 10/0.6) \times 0.80^2/19.6 \\ &= \underline{0.017}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
λ	: 摩擦損失係数	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

よって、機場内吐出側損失は、以下のとおりとなります。

$$\begin{aligned}H_f &= \Sigma hf \\ &= \underline{3.833 (m)}\end{aligned}$$

### 3) 機場外

・機場外直後～分岐② (φ600mm)

ヘーゼンの公式より

$$\begin{aligned}hf &= 10.666 \times Q^{1.85} \times L / (C^{1.85} \times D^{4.87}) \\ &= 10.666 \times 0.225^{1.85} \times 3688 / (110^{1.85} \times 0.6^{4.87}) \\ &= \underline{5.014}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
Q	: 流量	(m <sup>3</sup> /s)
C	: 流速係数=110	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・分岐②～分岐③ (φ600mm・φ350mm)

ヘーゼンの公式より

$$\begin{aligned}hf &= 10.666 \times Q^{1.85} \times L / (C^{1.85} \times D^{4.87}) \\ &= 10.666 \times 0.156^{1.85} \times 1530 / (110^{1.85} \times 0.6^{4.87}) \\ &\quad + 10.666 \times 0.156^{1.85} \times 1291.55 / (110^{1.85} \times 0.35^{4.87}) \\ &= \underline{13.365}\end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
Q	: 流量	(m <sup>3</sup> /s)
C	: 流速係数=110	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・分岐②～上野南ポンプ所 (φ 400mm・φ 300mm・φ 250mm)

ヘーゼンの公式より

$$\begin{aligned}
 hf &= 10.666 \times Q^{1.85} \times L / (C^{1.85} \times D^{4.87}) \\
 &= 10.666 \times 0.069^{1.85} \times 3211.277 / (110^{1.85} \times 0.4^{4.87}) \\
 &\quad + 10.666 \times 0.069^{1.85} \times 793 / (110^{1.85} \times 0.3^{4.87}) \\
 &\quad + 10.666 \times 0.069^{1.85} \times 896.1 / (110^{1.85} \times 0.25^{4.87}) \\
 &= \underline{16.792}
 \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
Q	: 流量	(m <sup>3</sup> /s)
C	: 流速係数=110	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・分岐③～上野第1分水 (φ 600mm・φ 450mm・φ 400mm)

ヘーゼンの公式より

$$\begin{aligned}
 hf &= 10.666 \times Q^{1.85} \times L / (C^{1.85} \times D^{4.87}) \\
 &= 10.666 \times 0.147^{1.85} \times 940 / (110^{1.85} \times 0.6^{4.87}) \\
 &\quad + 10.666 \times 0.147^{1.85} \times 90 / (110^{1.85} \times 0.45^{4.87}) \\
 &\quad + 10.666 \times 0.147^{1.85} \times 440 / (110^{1.85} \times 0.4^{4.87}) \\
 &= \underline{2.768}
 \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
Q	: 流量	(m <sup>3</sup> /s)
C	: 流速係数=110	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

・分岐③～島ヶ原ポンプ所 (φ 200mm・φ 150mm・φ 100mm)

ヘーゼンの公式より

$$\begin{aligned}
 hf &= 10.666 \times Q^{1.85} \times L / (C^{1.85} \times D^{4.87}) \\
 &= 10.666 \times 0.009^{1.85} \times 9776.3 / (110^{1.85} \times 0.2^{4.87}) \\
 &\quad + 10.666 \times 0.009^{1.85} \times 1848.85 / (110^{1.85} \times 0.15^{4.87}) \\
 &\quad + 10.666 \times 0.009^{1.85} \times 294.6 / (110^{1.85} \times 0.1^{4.87}) \\
 &= \underline{19.231}
 \end{aligned}$$

hf	: 損失水頭	(m)
Q	: 流量	(m <sup>3</sup> /s)
C	: 流速係数=110	
D	: 管径	(m)
L	: 管路の長さ	(m)

よって、機場外損失は、以下のとおりとなります。

$$Hf = \Sigma hf = \underline{21.806} \text{ (m)} \text{ (上野南ポンプ所ライン)}$$

$$Hf = \Sigma hf = \underline{21.147} \text{ (m)} \text{ (上野第1分水ライン)}$$

$$Hf = \Sigma hf = \underline{37.610} \text{ (m)} \text{ (島ヶ原ポンプ所ライン)}$$

### 3. 全揚程

$$H = \text{計画実揚程 (Ha)} + \text{損失水頭 (Hf)} + \text{余裕 (\alpha)}$$

$$= 9.15 + 0.469 + 3.833 + 21.806 + \alpha$$
$$= 35.258 + \alpha \text{ (上野南ポンプ所ライン)}$$

$$= 19.90 + 0.469 + 3.833 + 21.147 + \alpha$$
$$= 45.349 + \alpha \text{ (上野第1分水ライン)}$$

$$= 8.49 + 0.469 + 3.833 + 37.610 + \alpha$$
$$= 50.402 + \alpha \text{ (島ヶ原ポンプ所ライン)}$$

よって、全揚程は、以下のとおりとなります。

$$\text{全揚程 } H = 51 \text{ (m)}$$

### 4. 原動機出力の決定

$$P = \rho \times g \times Q_p \times H \times (1 + \alpha) / (1000 \times \eta_p)$$
$$= 1000 \times 9.8 \times (6.8/60) \times 51 \times (1 + 0.15) / (1000 \times 0.76)$$
$$= 85.71$$

ここで、	P: 所要出力	(kW)
	Q <sub>p</sub> : ポンプ吐出量	(m <sup>3</sup> /s)
	H: ポンプ全揚程	(m)
	ρ: 液体の比重	
	g: 重力加速度	(≒9.8m/s <sup>2</sup> )
	η <sub>p</sub> : ポンプ効率	
	α: 余裕率	

よって原動機出力は、90kW とします。

### 5. ポンプ諸元の決定

形式	:	両吸込渦巻ポンプ
台数	:	3台 (1台予備)
口径	:	φ250mm (吸込) × φ200mm (吐出)
吐出量	:	6.8m <sup>3</sup> /min (1台あたり)
全揚程	:	51m
電動機出力	:	90kW

御注文主 三重県企業庁長 殿

工事名 平成18年度 伊上水 第10-分0002号  
ゆめが丘浄水場送水ポンプ設備工事

水撃検討書

製造番号 AP385611    ポンプ形式 CDM200×150EN  
製造番号 AP428582    ポンプ形式 CDM250×200FN

南向ルート

## 1. はじめに

本検討は、ゆめが丘浄水場南向ルート送水管において、ポンプ2台運転中に駆動力が遮断されたときに発生する水撃現象を、検討プログラムによって解析し、あわせて必要な水撃対策を検討するものです。

## 2. 予備計算

水撃軽減対策を何も設けていない場合に発生する水撃の状況を、計算によって求めます。

なお、各管路の口径・管路長・分岐は添付フローシートによります。

表1. ポンプデータ

ポンプ形式	横軸両吸込渦巻ポンプ	
運転台数	2 台	
吐出量 $Q_p$ (1台あたり)	6.8 $m^3/min$ 0.113 $m^3/s$	
全揚程 $H$	51 m	
回転速度 $N$	1770 $min^{-1}$	
効率 $\eta$	76 %	
慣性モーメント	J	$GD^2$
ポンプ	0.768 $kg \cdot m^2$	3.072 $kgf \cdot m^2$
カプリング	0.325 $kg \cdot m^2$	1.3 $kgf \cdot m^2$
電動機	0.8 $kg \cdot m^2$	3.2 $kgf \cdot m^2$
合計	1.893 $kg \cdot m^2$	7.572 $kgf \cdot m^2$

表2-1. 配管データ (ゆめが丘浄水場～分岐②)

管径 $D$	600	mm
肉厚 $t$	11	mm
管路長 $L$	3688	m
流量 $Q$ (2台あたり)	13.6 $m^3/min$ 0.227 $m^3/s$	
流速 $V$	0.8	m/s
ポンプ慣性係数 $K$	1.15	
液体の体積弾性率 $k$	2.03E+09	$N/m^2$ (水)
管材の縦弾性係数 $e$	1.67E+11	$N/m^2$
圧力伝搬速度 $a$	1105	m/s
管路定数 $2\rho$	1.77	
圧力波往復時間 $\mu$	6.68	s
管路材質	DCIP	

表2-2. 配管データ (分岐②~上野南ポンプ所)

管径	D	400	mm
肉厚	t	8.5	mm
管路長	L	3211.277	m
流量 (2台あたり)	Q	4.2	m <sup>3</sup> /min
		0.07	m <sup>3</sup> /s
流速	V	0.56	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1137	m/s
管路定数	$2\rho$	1.27	
圧力波往復時間	$\mu$	5.65	s
管路材質		DCIP	
管径	D	300	mm
肉厚	t	7.5	mm
管路長	L	793	m
流量 (2台あたり)	Q	4.2	m <sup>3</sup> /min
		0.07	m <sup>3</sup> /s
流速	V	0.99	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1169	m/s
管路定数	$2\rho$	2.31	
圧力波往復時間	$\mu$	1.36	s
管路材質		DCIP	
管径	D	250	mm
肉厚	t	7.5	mm
管路長	L	896.1	m
流量 (2台あたり)	Q	4.2	m <sup>3</sup> /min
		0.07	m <sup>3</sup> /s
流速	V	1.43	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1202	m/s
管路定数	$2\rho$	3.44	
圧力波往復時間	$\mu$	1.49	s
管路材質		DCIP	

表 2-3. 配管データ (分岐②~分岐③)

管 径	D	600	mm
肉 厚	t	11	mm
管 路 長	L	1530	m
流 量 (2台あたり)	Q	9.4	m <sup>3</sup> /min
		0.157	m <sup>3</sup> /s
流 速	V	0.55	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1105	m/s
管路定数	$2\rho$	1.22	
圧力波往復時間	$\mu$	2.77	s
管路材質		DCIP	
管 径	D	350	mm
肉 厚	t	7.5	mm
管 路 長	L	1291.55	m
流 量 (2台あたり)	Q	9.4	m <sup>3</sup> /min
		0.157	m <sup>3</sup> /s
流 速	V	1.63	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1138	m/s
管路定数	$2\rho$	3.71	
圧力波往復時間	$\mu$	2.27	s
管路材質		DCIP	

表2-4. 配管データ (分岐③~上野第1分水)

管径	D	600	mm
肉厚	t	11	mm
管路長	L	940	m
流量 (2台あたり)	Q	8.8	m <sup>3</sup> /min
		0.147	m <sup>3</sup> /s
流速	V	0.52	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1105	m/s
管路定数	$2\rho$	1.15	
圧力波往復時間	$\mu$	1.7	s
管路材質		DCIP	
管径	D	450	mm
肉厚	t	9	mm
管路長	L	90	m
流量 (2台あたり)	Q	8.8	m <sup>3</sup> /min
		0.147	m <sup>3</sup> /s
流速	V	0.92	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1124	m/s
管路定数	$2\rho$	2.07	
圧力波往復時間	$\mu$	0.16	s
管路材質		DCIP	
管径	D	400	mm
肉厚	t	8.5	mm
管路長	L	440	m
流量 (2台あたり)	Q	8.8	m <sup>3</sup> /min
		0.147	m <sup>3</sup> /s
流速	V	1.17	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1137	m/s
管路定数	$2\rho$	2.66	
圧力波往復時間	$\mu$	0.77	s
管路材質		DCIP	

表2-4. 配管データ (分岐③~島ヶ原ポンプ所)

管径	D	200	mm
肉厚	t	7.5	mm
管路長	L	9776.3	m
流量 (2台あたり)	Q	0.6	m <sup>3</sup> /min
		0.01	m <sup>3</sup> /s
流速	V	0.32	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1238	m/s
管路定数	$2\rho$	0.79	
圧力波往復時間	$\mu$	15.79	s
管路材質		DCIP	
管径	D	150	mm
肉厚	t	7.5	mm
管路長	L	1848.85	m
流量 (2台あたり)	Q	0.6	m <sup>3</sup> /min
		0.01	m <sup>3</sup> /s
流速	V	0.57	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1278	m/s
管路定数	$2\rho$	1.46	
圧力波往復時間	$\mu$	2.89	s
管路材質		DCIP	
管径	D	100	mm
肉厚	t	7.5	mm
管路長	L	294.6	m
流量 (2台あたり)	Q	0.6	m <sup>3</sup> /min
		0.01	m <sup>3</sup> /s
流速	V	1.27	m/s
ポンプ慣性係数	K	1.15	
液体の体積弾性率	k	2.03E+09	N/m <sup>2</sup> (水)
管材の縦弾性係数	e	1.67E+11	N/m <sup>2</sup>
圧力伝搬速度	a	1322	m/s
管路定数	$2\rho$	3.36	
圧力波往復時間	$\mu$	0.45	s
管路材質		DCIP	

吐出弁の種類 : 急閉式逆止弁

$$\text{ポンプ慣性係数} : K = 5.96 \times 10^4 \times \frac{H \times Q \times \gamma}{GD^2 \times \eta \times N^2}$$

$$\text{圧力伝搬速度} : a = \frac{1425}{\left(1 + \left(\frac{k}{E}\right) \times \left(\frac{D}{t}\right)\right)^{1/2}}$$

$$\text{管路定数} : 2\rho = \frac{a \times V}{g \times H}$$

$$\text{圧力波往復速度} : \mu = \frac{2 \times L}{a}$$

### 3. 結果

前記の計算データを用いて計算した結果、得られた圧力線図を水撃検討図に示します。

この最低圧力線は、位置水頭と圧力水頭との和で表示されているので、管路に沿ってこの最低圧力線から管路高を引いたものが管内圧力となります。すなわち、最低圧力線が管路高よりも高い箇所での管内圧力は正圧であり、逆に低くなっている箇所は負圧を示しています。

この負圧の値が水の飽和水蒸気圧力（約-10m）に達すると水が気化し、水中分離という現象を引き起こします。（余裕等を考慮し、-7m以下）

いったん水中分離が発生すると、次に瞬間には下流側の水が逆流し、異常な圧力上昇が発生するため、その防止策を施すことが必要となります。

なお、本機場においては、水道用施設であるため全域において正圧となるものとします。

水撃検討図から、最低圧力は以下のとおりとなります。

- ・ 上野南ポンプ所向け : -23.0m (ポンプ吐出口から7100m付近)  
(水撃検討図1-1)
- ・ 上野第1分水向け : -10.0m (ポンプ吐出口から2600m付近)  
(水撃検討図1-2)
- ・ 島ヶ原ポンプ所向け : -10.0m (ポンプ吐出口から2600m付近)  
(水撃検討図1-3)

以上より、最低圧力は負圧となるため、対策を施す必要があるものと判断します。

#### 4. 負圧防止対策

負圧防止対策として、下記仕様の別置フライホイールを設置し、対策を施していない場合と同様の検討を行います。

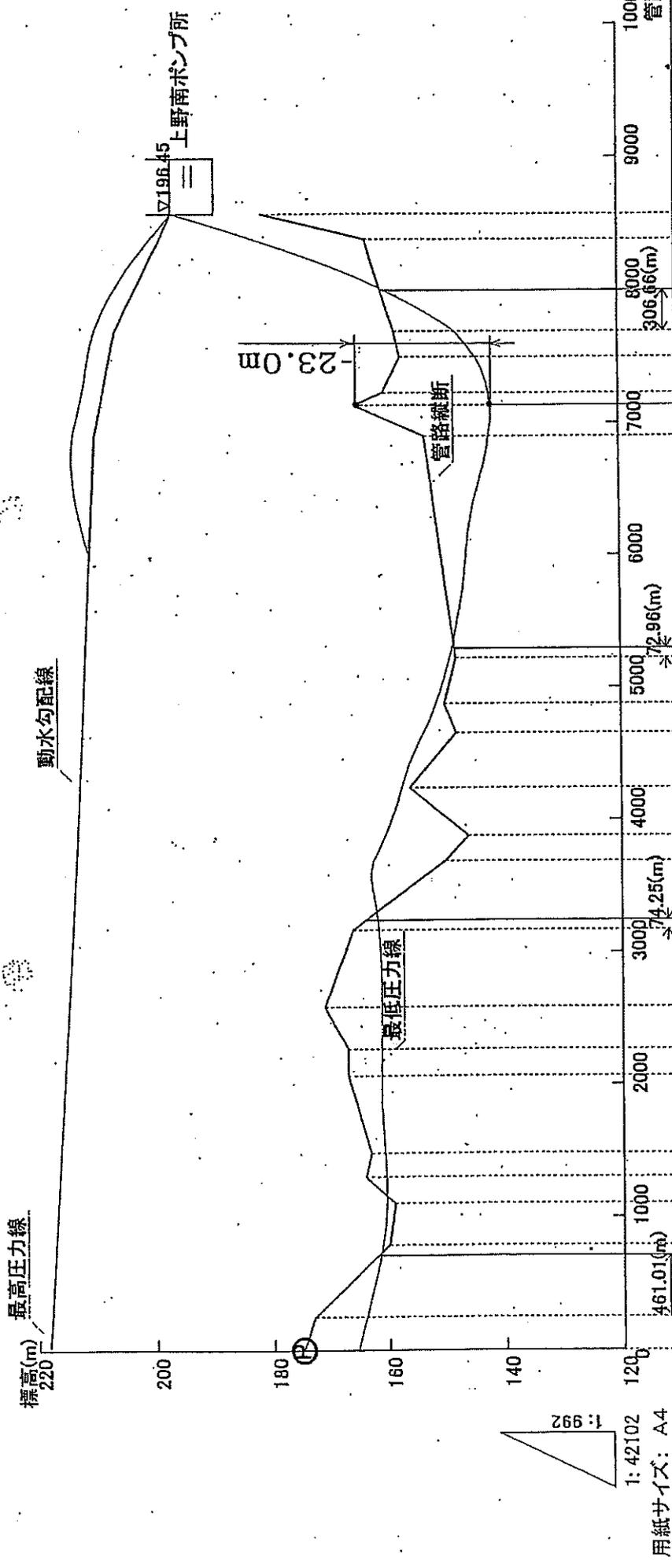
表3. フライホイールデータ

慣性モーメント	J	GD <sup>2</sup>
フライホイール	30 kg・m <sup>2</sup>	120 kgf・m <sup>2</sup>

水撃検討図から、全域において正圧となります。

- ・ 上野南ポンプ所向け： +1.4m (ポンプ吐出口付近)  
(水撃検討図2-1)
- ・ 上野第1分水向け： +1.4m (ポンプ吐出口付近)  
(水撃検討図2-2)
- ・ 島ヶ原ポンプ所向け： +0.5m (ポンプ吐出口から9000m付近)  
(水撃検討図2-3)

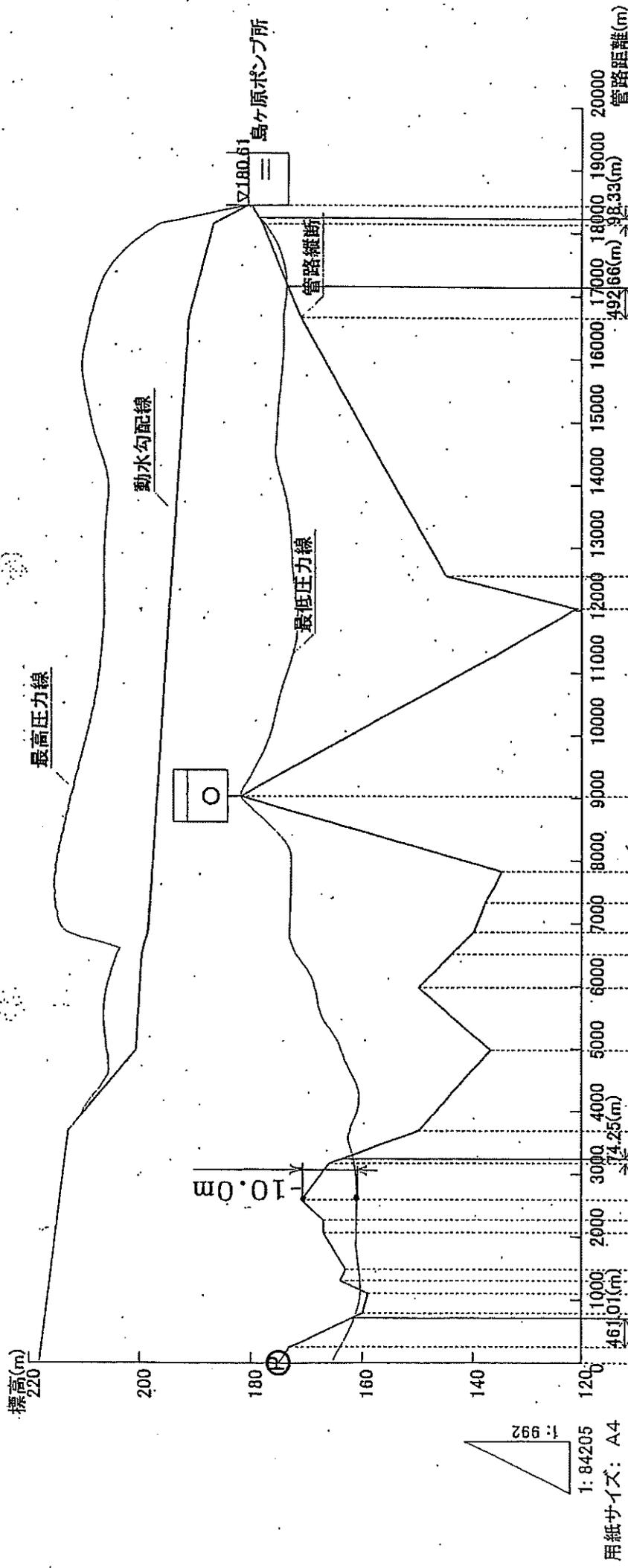
以上より、最低圧力は正圧となり、十分な負圧防止対策であると判断します。



節点名	節点高さ(m)	追加距離(m)	パイプ名称	パイプ長さ(m)	パイプ内径(m)	圧力(m)	パイプ内距離(m)
P2	175.00	0.00				0.00250	0
P3	249.95	73.00				0.00538	3
P4	787.83	60.00				0.00314	4
P5	1101.86	9.00				0.00201	5
P6	1302.76	4.00				0.00177	6
P7	1479.78	3.00				0.00585	7
P8	2064.76	7.00				0.00203	8
P9	2267.76	7.00				0.00320	9
P10	2587.76	1.00				0.00580	10
P11	3167.76	6.00				0.00520	11
P12	3687.46	0.00				0.00190	12
P13	3977.44	6.00				0.00364	13
P14	4241.26	6.00				0.00415	14
P15	4656.24	48.00				0.00218	15
P16	4874.26	0.00				0.00346	16
P17	5220.14	8.00				0.001678	17
P18	6898.16	3.00				0.00235	18
P19	7227.76	0.00				0.00270	19
P20	7497.76	7.00				0.00193	20
P21	7690.76	8.00				0.00193	21
P22	7690.76	0.00				0.00390	22
P23	8380.71	63.00				0.00191	23
P24	8570.88	1.00				0.00191	24

水撃検討図1-1 負圧防止対策無し





節点名	節点高さ(m)	追加距離(m)	パイプ名称	パイプ長さ(m)	パイプ内径(m)	圧力(m)	パイプ内距離(m)
P2	0.00	175.00					
P3	0.0038	249.99					
P4	0.0014	787.83					
P5	0.0020	1101.80					
P6	0.0017	1302.70					
P7	0.0085	1479.78					
P8	0.0023	2064.76					
P9	0.0032	2267.76					
P10	0.0080	3167.76					
P11	0.0020	3687.45					
P12	0.001292	4979.40					
P25	0.001000	4979.40					
P26	0.0030	5979.31					
P27	0.00350	6509.28					
P31	0.00470	8859.25					
P32	0.00500	7829.23					
P33	0.001200	8028.38					
P34	0.000000						
P35	0.00518	12027.02					
P36	0.001109						
P37	0.001478						
P38	0.00295	18132.07					
P39	0.00295	18427.00					

水撃検討図1-3 負圧防止対策無し

最高圧力線  
動水勾配線

▽196.45  
上野南ポンプ所

最低圧力線

管路縦断

標高(m)  
220

200

180

160

140

120

1: 42102

用紙サイズ: A4

地盤高(m)

パイプ内距離(m)

節点名

節点高さ(m)

追加距離(m)

パイプ名称

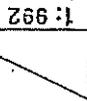
パイプ長さ(m)

パイプ内径(m)

圧力(m)

パイプ内距離(m)

+1.4m



10000  
管路距離(m)

9000

8000

7000

6000

5000

4000

3000

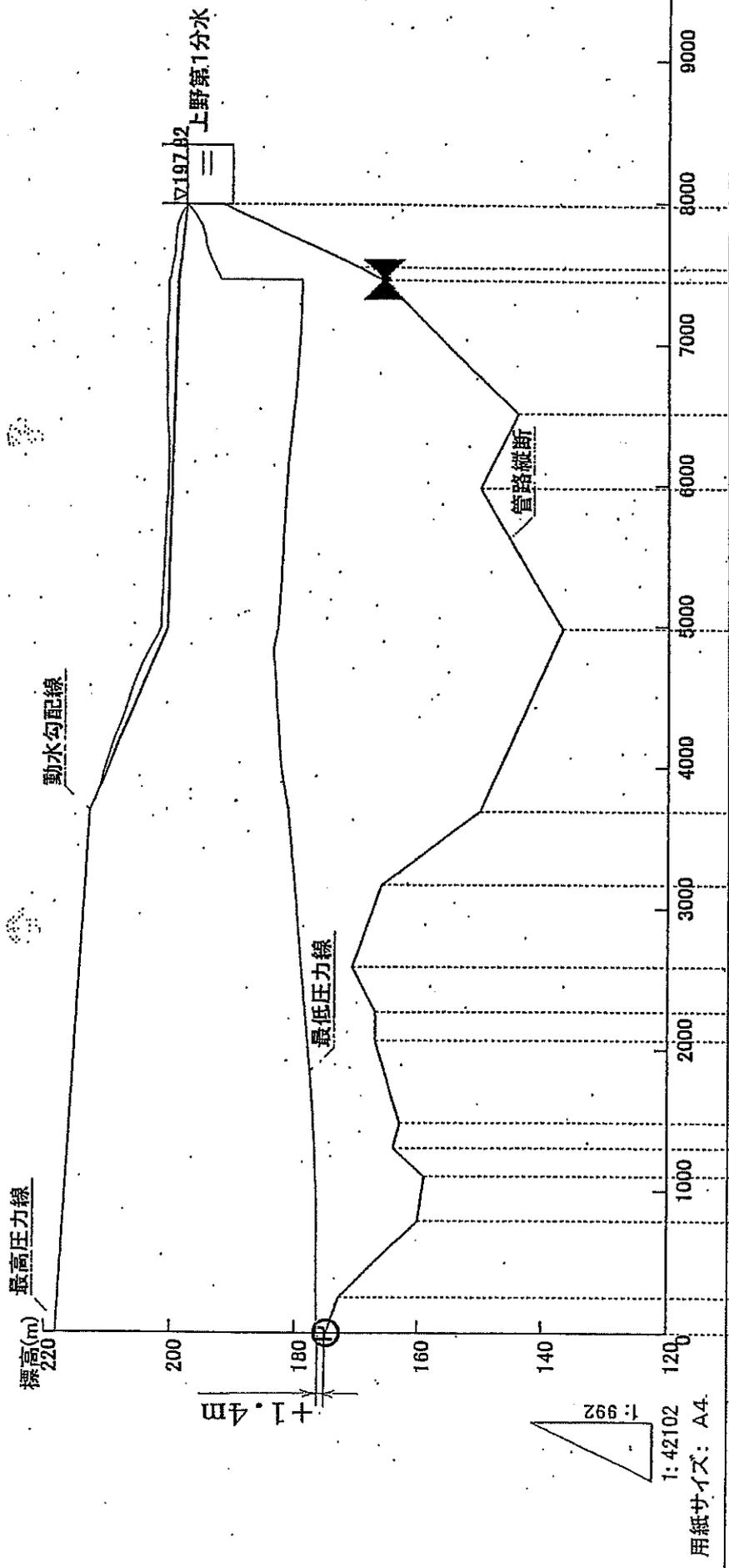
2000

1000

0.00	P2	249.99173.008	0.00250	0.00250	0.00	175.002
0.00314	P4	787.83160.004	0.00314	0.00314	0.00314	0.00314
0.00201	P5	1101.8559.005	0.00201	0.00201	0.00201	0.00201
0.00177	P6	1302.7564.005	0.00177	0.00177	0.00177	0.00177
0.00585	P7	1479.7563.007	0.00585	0.00585	0.00585	0.00585
0.00203	P8	2064.7567.008	0.00203	0.00203	0.00203	0.00203
0.00320	P9	2267.7567.009	0.00320	0.00320	0.00320	0.00320
0.00580	P10	2587.7571.0010	0.00580	0.00580	0.00580	0.00580
0.00520	P11	3167.7566.0011	0.00520	0.00520	0.00520	0.00520
0.00190	P12	3687.4550.0012	0.00190	0.00190	0.00190	0.00190
0.00364	P13	3877.4546.0013	0.00364	0.00364	0.00364	0.00364
0.00415	P14	4241.2556.0014	0.00415	0.00415	0.00415	0.00415
0.00218	P15	4656.2548.0015	0.00218	0.00218	0.00218	0.00218
0.00346	P16	4874.2550.0016	0.00346	0.00346	0.00346	0.00346
0.001678	P17	5220.1548.0017	0.001678	0.001678	0.001678	0.001678
0.00235	P18	6898.153.0018	0.00235	0.00235	0.00235	0.00235
0.0085	P19	7132.855.0019	0.0085	0.0085	0.0085	0.0085
0.00270	P20	7227.7550.0020	0.00270	0.00270	0.00270	0.00270
0.00193	P21	7497.7561.0021	0.00193	0.00193	0.00193	0.00193
0.00690	P22	7690.7558.0022	0.00690	0.00690	0.00690	0.00690
0.00191	P23	8380.7563.0023	0.00191	0.00191	0.00191	0.00191
0.00191	P24	8570.8581.0024	0.00191	0.00191	0.00191	0.00191

水撃検討図2-1 (フライホイールGD2=120Kgf・m2)  
負圧防止対策有り

966202-0

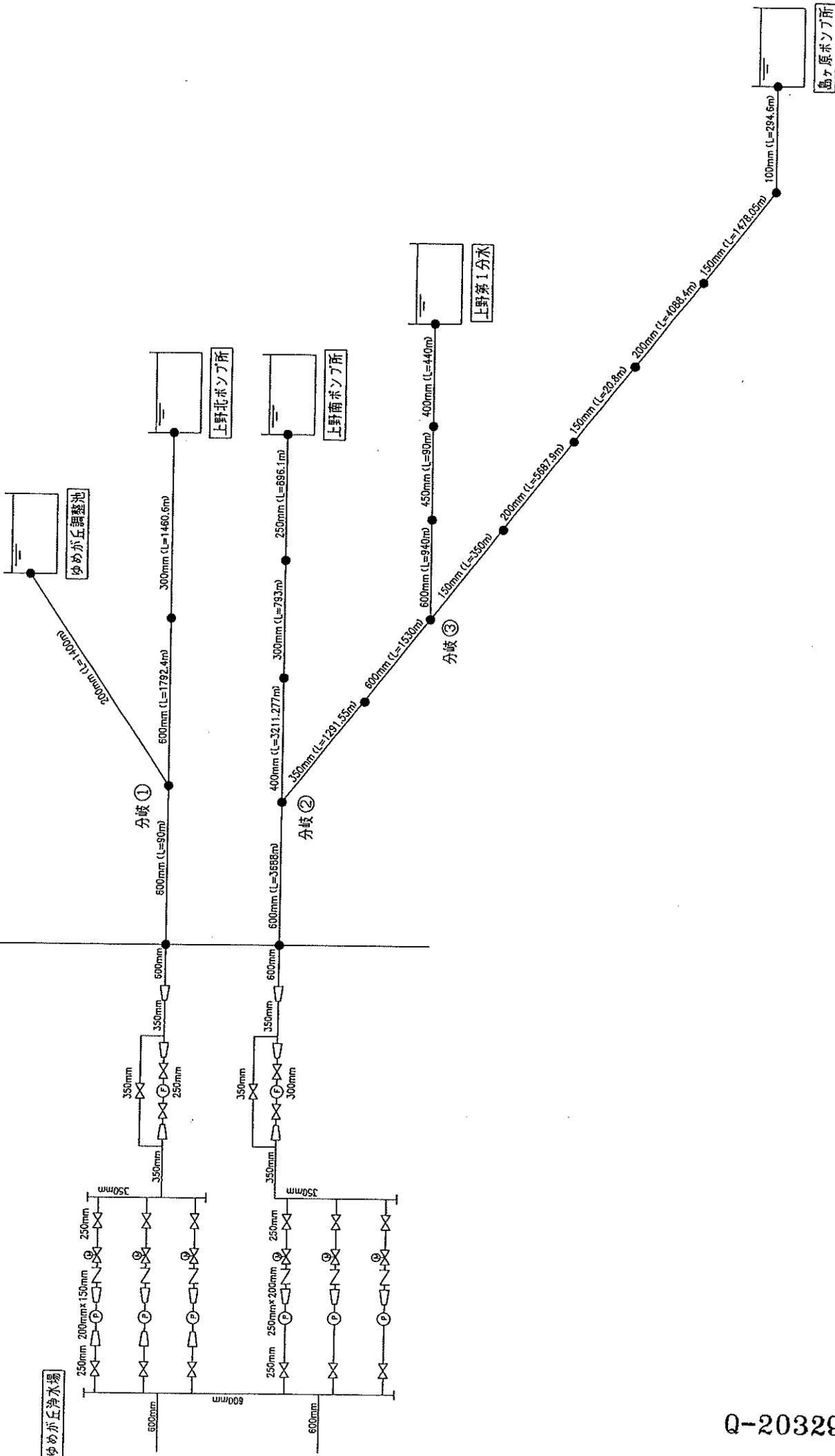


節点名	節点高さ(m)	追加距離(m)	パイプ名称	パイプ長さ(m)	パイプ内径(m)	圧力(m)	パイプ内距離(m)
P2	175.00	0.00		0.00250		249.99173.000	0
P3	160.00	787.83160.001		0.00314		1101.859.005	787.83160.001
P4	150.00	1302.764.005		0.00201		1302.764.005	1302.764.005
P5	140.00	1479.763.000		0.00177		1479.763.000	1479.763.000
P6	130.00	2064.767.008		0.00585		2064.767.008	2064.767.008
P7	120.00	2267.767.009		0.00203		2267.767.009	2267.767.009
P8	110.00	2587.767.000		0.00580		2587.767.000	2587.767.000
P9	100.00	3167.766.001		0.00520		3167.766.001	3167.766.001
P10	90.00	3687.750.002		0.001292	P12-	3687.750.002	3687.750.002
P11	80.00	4979.4037.005		0.001000	P25	4979.4037.005	4979.4037.005
P12	70.00	5979.3050.006		0.00530	P26	5979.3050.006	5979.3050.006
P13	60.00	6509.284.0027		0.00940	P27	6509.284.0027	6509.284.0027
P14	50.00	7449.0266.003		0.00090	P28	7449.0266.003	7449.0266.003
P15	40.00	7538.9670.003		0.00140	P29	7538.9670.003	7538.9670.003
P16	30.00	7978.382.000		0.00440	P29	7978.382.000	7978.382.000

水撃検討図2-2 負圧防止対策有り (フライホイールGD2=120Kgf・m2)



機場内 機場外



700-シート