

## 13. 排水施設の予備検討

### 13.1 排水計画

#### 13.1.1 基本方針

排水施設の基本方針として、以下のとおりとする。

- ・ 海洋深層水利用後の排水は、今回埋め立て用地を中心とした深層水利用エリア前面の海洋やリーフへの汚染を防ぐため、及び周辺の水環境への影響範囲を抑えるため、各利用事業者がそれぞれ排水するのではなく、1箇所に集約して排水する方針とする。
- ・ 排水先は、埋め立て用地前面のリーフを避け、真謝港北側付近のリーフの外とする。
- ・ 排水に当たっては各利用業者にて一定の水質まで一次処理を行い、処理水を集水して海洋へ放流することとする。（水質基準の設定等については今後の課題である。）
- ・ 真謝港北側付近とした選定理由は以下の通り。
  - ① 深層水利用エリアから比較的近い範囲でリーフの淵までの距離が短いこと
  - ② 現状で真謝地区及び宇根地区北東部エリアの排水が既設の排水路（開水路）により放流されており現状に対する影響の変化が比較的小さいと考えられること

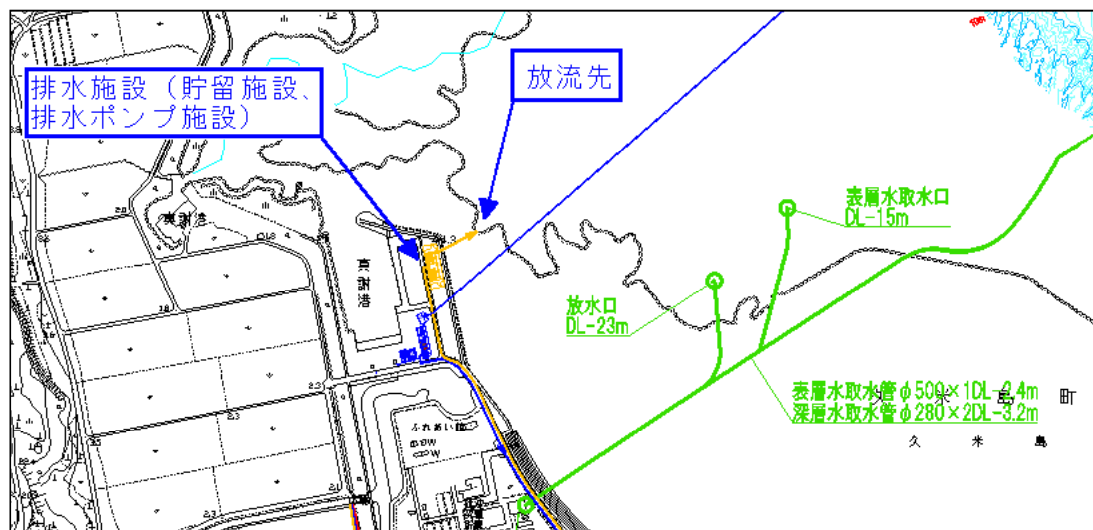


図 13.1-1 排水施設・放流先位置図

上記を踏まえ、次ページ以降に詳細な検討内容を示す。

### 13.1.2 排水計画

事業者にて使用した深層水・表層水を排水し海へ放流する必要がある。よって、排水管のルート及び放流位置の検討を行う。

#### (1) 海への放流位置

海への放流はリーフの外に放流することが望ましいことから、陸（海岸）からリーフまでの距離ができるだけ短い位置が適している。また、排水ポンプが必要となることが考えられるためポンプ施設用地が確保できる場所が適している。

以上を踏まえ、地形図より下図の2箇所を抽出した。



図 13.1-2 放流位置の抽出

上図の①、②の2箇所のうち、下記理由により放流位置として[②]の位置を選定する。

<選定理由>

- ・①より②の方がリーフまでの距離が短い
- ・①はリーフの入り組んだ位置への放流であるため、②に比べ放流後の海水の滞水が懸念される。

## (2) 排水管ルート の 検 討

排水管のルートは深層水・表層水を使用するエリアの端部から前項にて選定した放流位置までのルートとなる。以下に排水管ルートを示す。

■ Q=30,000m<sup>3</sup>/日



図 13.1-3 排水管ルート(Q=30,000m<sup>3</sup>/日)

■ Q=180,000m<sup>3</sup>/日

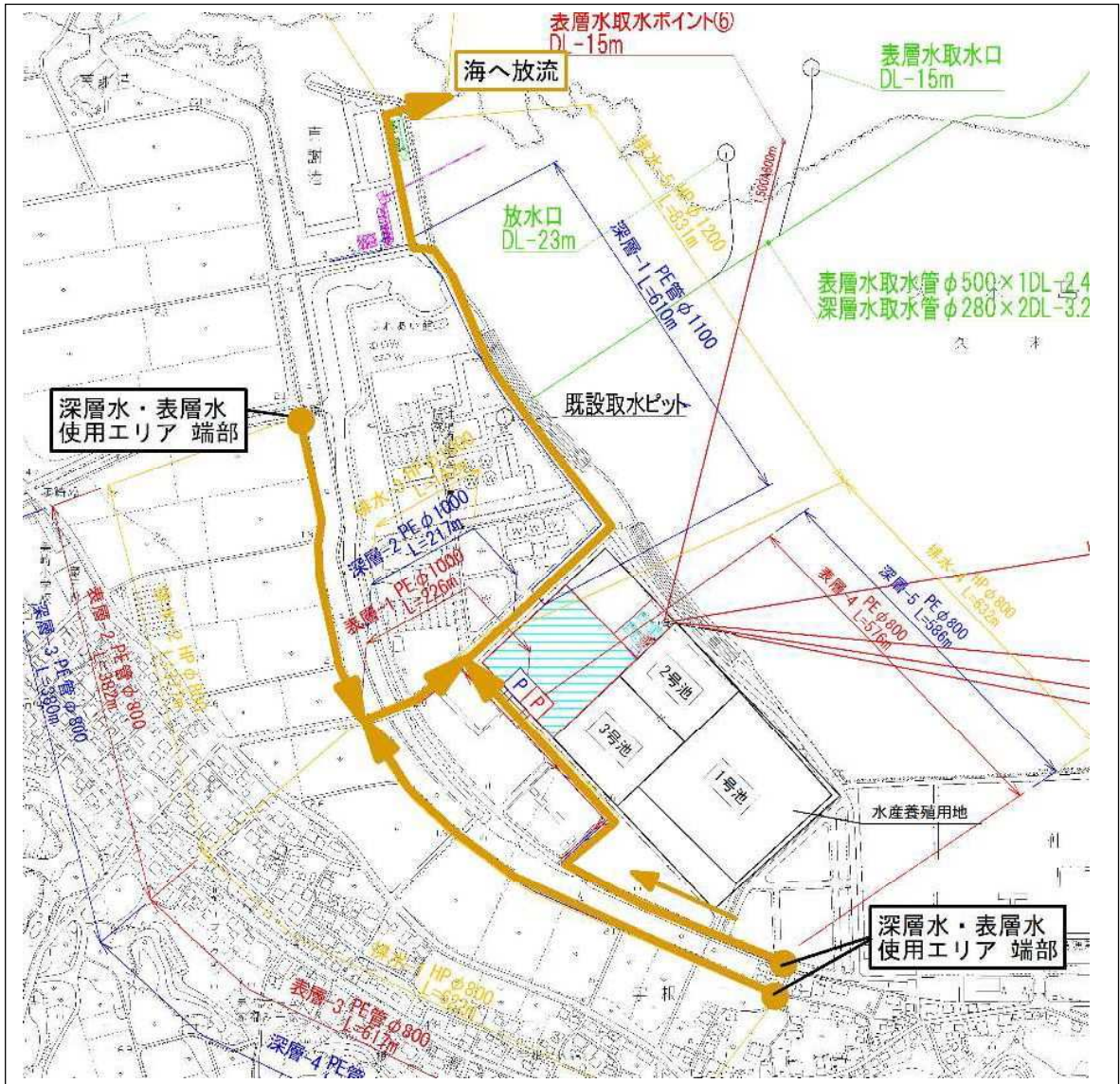


図 13.1-4 排水管ルート(Q=180,000m<sup>3</sup>/日)

### (3) 排水方法の選定

前項にてしめした排水ルートについて排水方法の選定を行う。

排水方法としては以下の方法が考えられる。

- 第1案：自然流下+ポンプ1箇所案
- 第2案：ポンプ圧送案
- 第3案：自然流下+ポンプ3箇所案

表 13.1-1 排水方法の選定

圧送方式	第1案 自然流下+ポンプ1箇所案	第2案 ポンプ圧送案	第3案 自然流下+圧送案
概要	端部から自然流下で放流位置まで排水し最下流でポンプにて揚水し海へ放流する案	端部及び水路横断部等に圧送ポンプを設置し放流位置まで排水する案	端部から自然流下で排水し放流位置までの間にポンプを設置し、自然流下と圧送管を組み合わせ排水する案
メリット	・ポンプ施設が1箇所であるため、維持管理費が安価でポンプ施設用地の確保が容易である。またポンプ設置数が少ないためポンプの建設コストが安価となる。	・圧送管となるため管布設が他案より容易で、管渠の建設コストが安価となる。	・ポンプ施設が複数必要となるが、比較的管渠の埋設深が浅くなるため管渠の建コストがやや安価となる。
デメリット	・自然流下管であるため推進工法による管布設延長が他案より長くなり管渠の建設コストが増大となる。	・多段圧送となり、ポンプ施設数が多くなるため施設用地の確保が困難となり、建設費・維持管理費ともに増大する。	・ポンプ施設が多数必要となるため、建設費・維持管理費ともに増大する。施設用地の確保も困難となる。

以上より、ポンプ設置箇所数が最も少なく、維持管理費が安価になると考えられる[第1案]を選定する。次頁に各案の概要図を添付する。

◇第1案 自然流下+ポンプ1箇所案



図 13.1-5 第1案 自然流下+ポンプ1箇所案 概要図

◇第2案 ポンプ圧送案



図 13.1-6 第2案 圧送案 概要図

◇第3案 自然流下+圧送案



図 13.1-7 第3案 自然流下+圧送案 概要図



## 13.2 排水管の設計条件

管径の選定において、排水量および検討条件（断面・管種）を以下に示す。

### (1) 排水量の設定

全体の排水量は、それぞれ以下のとおりとする。

- ・  $Q = 30,000\text{m}^3/\text{日} = 30,000 \div 24\text{h} \div 60\text{min} \div 60\text{s} = 0.35\text{m}^3/\text{s}$
- ・  $Q = 180,000\text{m}^3/\text{日} = 180,000 \div 24\text{h} \div 60\text{min} \div 60\text{s} = 2.10\text{m}^3/\text{s}$

各フェーズ、各路線での排水量は以下のとおりとする。

#### ■ $Q = 30,000\text{m}^3/\text{日}$



図 13.2-1 排水量の設定 ( $Q=30,000\text{m}^3/\text{日}$ )

■  $Q=180,000\text{m}^3/\text{日}$

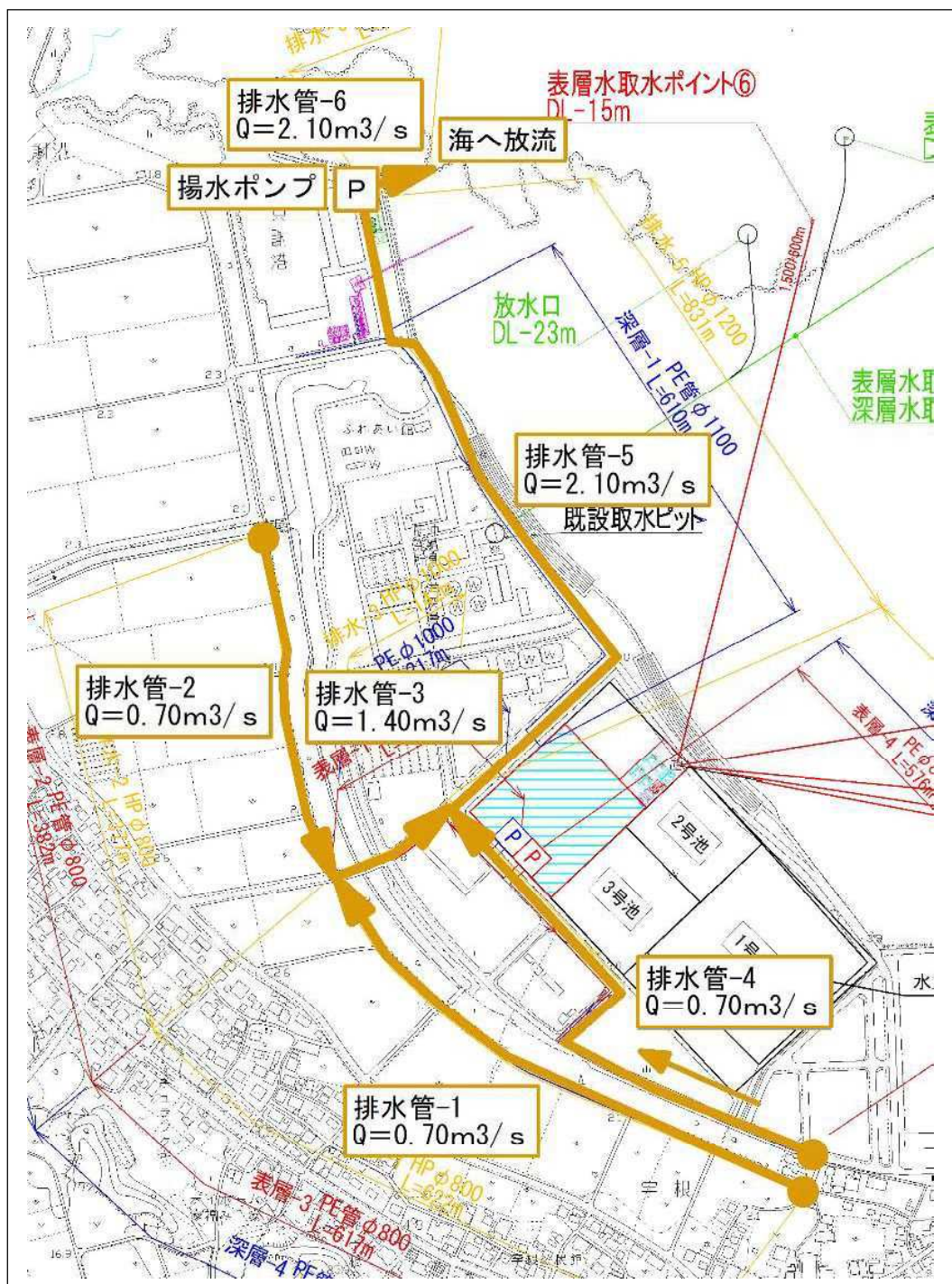


図 13.2-2 排水量の設定 ( $Q=180,000\text{m}^3/\text{日}$ )

#### ◇断面計算

排水能力を求める場合の算定式は、以下のマンニング式により検討する。

マンニング式

$$Q = A \times V$$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/s)

R : 径深 (m)

A : 通水断面積 (m<sup>2</sup>)

P : 潤辺長 (m)

V : 流速 (m/s)

I : 管渠勾配 (%)

n : 粗度係数 (HP : 0.013)

#### 【流速】

1.0m/s～2.0m/s を目標値とし管内掃流力を考慮し、最小でも 0.80m/s 以上は確保する。

#### 【管渠勾配】

流速を考慮しつつ埋設深が深くなりすぎない勾配を選定する。

(掘削深が深い場合、経済的に高価な鋼矢板土留が発生する可能性が高い。※岩盤対応)

#### ◇管種について

管種は前項にて選定した排水方法が自然流下であることから、管渠の埋設深度が深くなり管布設工法が推進工法となることが想定されることから管種はヒューム管を選定する。

## (2) 管径の選定

排水量に対して、以下のとおり許容できる管径を選定した。

◇  $Q=30,000\text{m}^3/\text{日}$ の場合

排水管 管径の選定

路線番号	排水量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	断面 (mm)	勾配 (%)	流速 ( $\text{m}/\text{s}$ )	流下能力 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	判定	採用/ 不採用
排水管-1, 2	0.175	400	2.5	0.914	0.112	OUT	不採用
		500	2.5	1.060	0.203	OK	採用
		600	2.5	1.197	0.330	OK	不採用
排水管-3, 4	0.35	600	2.0	1.071	0.295	OUT	不採用
		700	2.0	1.187	0.446	OK	採用
		800	2.0	1.297	0.636	OK	不採用

上記より各路線の管径は下図のとおり選定する。



図 13.2-3 管径の選定 ( $Q=30,000\text{m}^3/\text{日}$ )

◇ Q = 180,000m<sup>3</sup>/日の場合

排水管 管径の選定

路線番号	排水量 (m <sup>3</sup> /s)	断面 (mm)	勾配 (%)	流速 (m/s)	流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	判定	採用/ 不採用
排水管-1, 2, 4	0.70	700	3.0	1.454	0.546	OUT	不採用
		800	3.0	1.589	0.779	OK	採用
		900	3.0	1.719	1.067	OK	不採用
排水管-3	1.4	900	3.0	1.719	1.067	OUT	不採用
		1000	3.0	1.844	1.410	OK	採用
		1100	3.0	1.965	1.821	OK	不採用
排水管-5, 6	2.1	1100	2.6	1.829	1.696	OUT	不採用
		1200	2.6	1.938	2.138	OK	採用
		1350	2.6	2.097	2.928	OK	不採用

上記より各路線の管径は下図のとおり選定する。

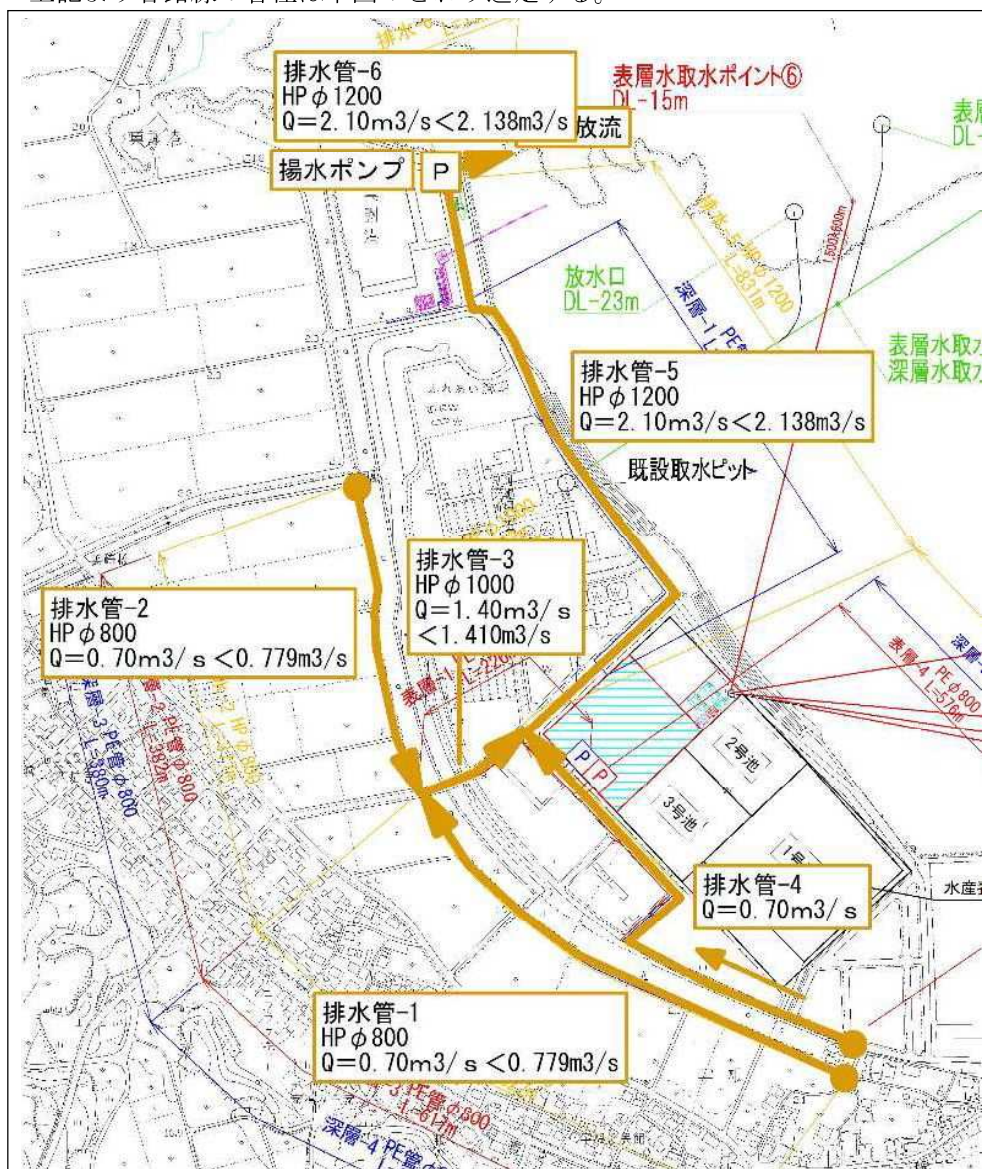


図 13.2-4 管径の選定 (Q=180,000m<sup>3</sup>/日)

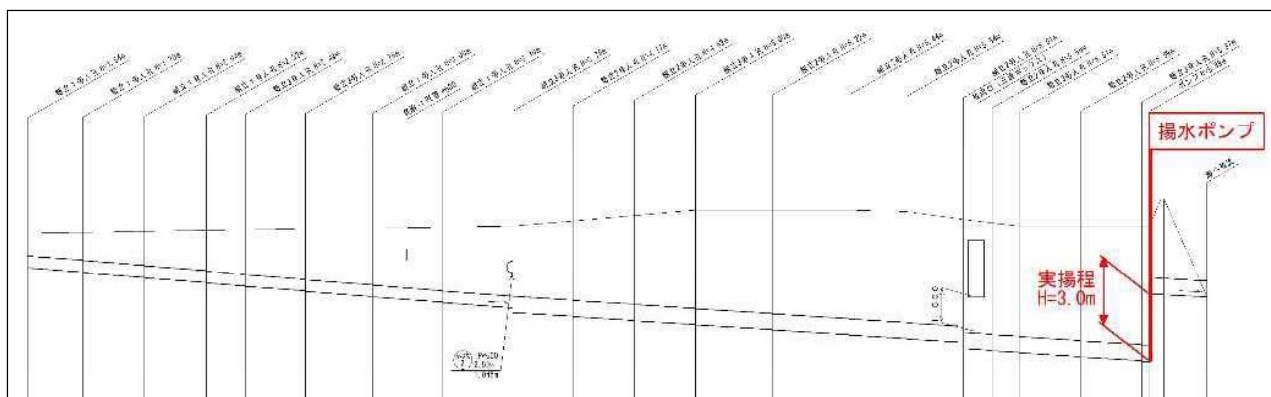
### 13.3 縦断計画

縦断線形の設定条件は、以下のとおりとする。

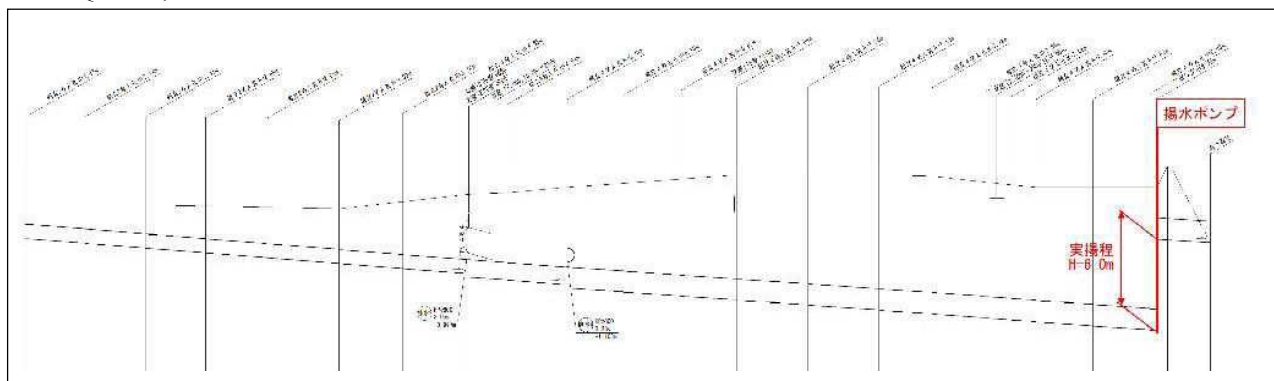
- ・ 起点土被りは、1.0mとする。(既存の下水道と同等)
- ・ 人孔間距離は、維持管理面を考慮し、100m以下を基本とする。
- ・ 水路（河川）との離隔は、1.50mとする。(河川構造令を参考に設定)
- ・ 人孔位置でのステップ（上下流の落差）は、2.0cmとする。

これまでの検討結果および上記条件を踏まえ、排水管の縦断線形は以下のとおりとなる。

#### ■ Q=30,000m<sup>3</sup>/日



#### ■ Q=180,000m<sup>3</sup>/日



上記より、自然流下のため排水管の埋設深度が深くなり、現実的ではない。よって、海へ放流する位置にて揚水ポンプを設け、排水する必要がある。次ページにポンプ施設の検討を行う。

### 13.4 ポンプ施設の検討

これまでの検討結果からわかるとおり、海へ放流する箇所にてポンプを設置する必要がある。よって、以下のとおりポンプ施設の検討を行う。

#### 13.4.1 ポンプ施設検討 (Q=30,000m<sup>3</sup>/日)

##### (1) ポンプ検討条件

- ・流量 $Q = 30,000\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h} \div 60\text{min} = 20.8\text{m}^3/\text{min}$
- ・全揚程 = 実揚程 + 1.0m = 3.0m + 1.0m = 4.0m
- ・着脱式水中ポンプ
- ・1ポンプ槽にて1台は予備ポンプを考慮

上記条件を踏まえ、ポンプ仕様、設置台数等を検討した結果、ポンプ仕様等は以下のとおりとなった。

##### (2) 選定したポンプの仕様

- ・ポンプ形式：海水用水中ポンプ（ノンクログ形式）
- ・ポンプ口径：φ300
- ・出力：15kW×6P
- ・全揚程：4.0m
- ・吐出量：11m<sup>3</sup>/min（ポンプ1台あたり）
- ・ポンプ台数：3台（2台稼動+1台予備）※維持管理を考慮し交互運転を想定
- ・ポンプ槽 必要容量：Q = 66m<sup>3</sup>程度
- ・ポンプ槽 必要寸法：B6.0×W4.5×h2.5 = 67.5m<sup>3</sup> > 66m<sup>3</sup>

(3) ポンプ施設の計画

選定したポンプの仕様からポンプ施設計画は、以下に整理した。

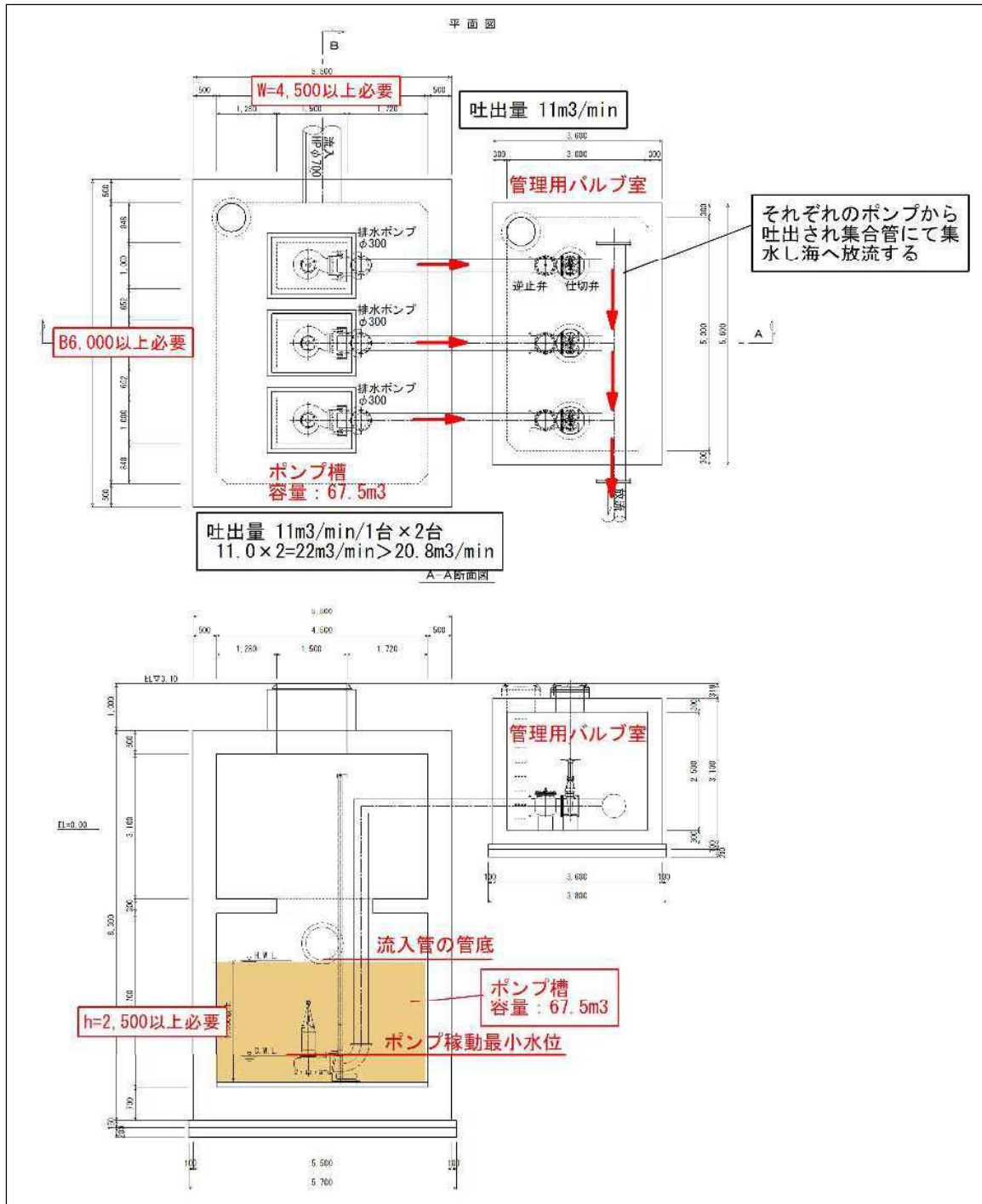


図 13.4-1 第1フェーズ ポンプ施設計画



#### (4) ポンプ施設用地

検討したポンプ施設を築造するにあたり、維持管理時の作業スペース等も考慮し必要な施設用地として、約 350m<sup>2</sup>が必要となる。以下に配置計画図を示す。

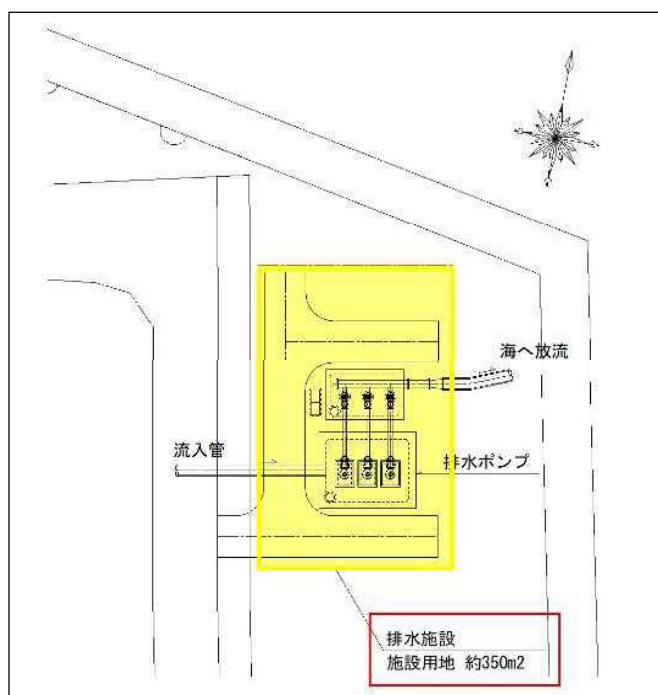


図 13.4-2 配置計画図

### 13.4.2 ポンプ施設検討 (Q=180,000m<sup>3</sup>/日)

#### (1) ポンプ検討条件

- ・ 流量  $Q = 180,000\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h} \div 60\text{min} = 125\text{m}^3/\text{min}$
- ・ 全揚程 = 実揚程 + 1.0m = 5.0m + 1.0m = 6.0m
- ・ 着脱式水中ポンプ
- ・ 1 ポンプ槽にて 1 台は予備ポンプを考慮

上記条件を踏まえ、ポンプ仕様、設置台数等を検討した結果、ポンプ仕様等は以下のとおりとなった。

#### (2) 選定したポンプの仕様

- ・ ポンプ形式：海水用水中ポンプ（ノンクログ形式）
- ・ ポンプ口径：φ500
- ・ 出力：37kW×12P
- ・ 全揚程：6.0m
- ・ 吐出量：25m<sup>3</sup>/min（ポンプ1台あたり）
- ・ ポンプ台数：1槽あたり4台（3台稼動+1台予備）
  - ※維持管理を考慮し交互運転を想定
  - ※全体で8台（4台/1槽×2槽）
- ・ ポンプ槽 必要容量：1槽あたり  $Q = 185\text{m}^3$  程度  
全体での必要容量 = 370m<sup>3</sup> 程度
- ・ ポンプ槽 必要寸法：1槽あたり  $\Rightarrow B9.5 \times W6.5 \times h3.0 = 185.25\text{m}^3 > 185\text{m}^3$ 
  - ※全体では2槽必要

### (3) ポンプ施設の計画

選定したポンプの仕様からポンプ施設計画は、以下に整理した。

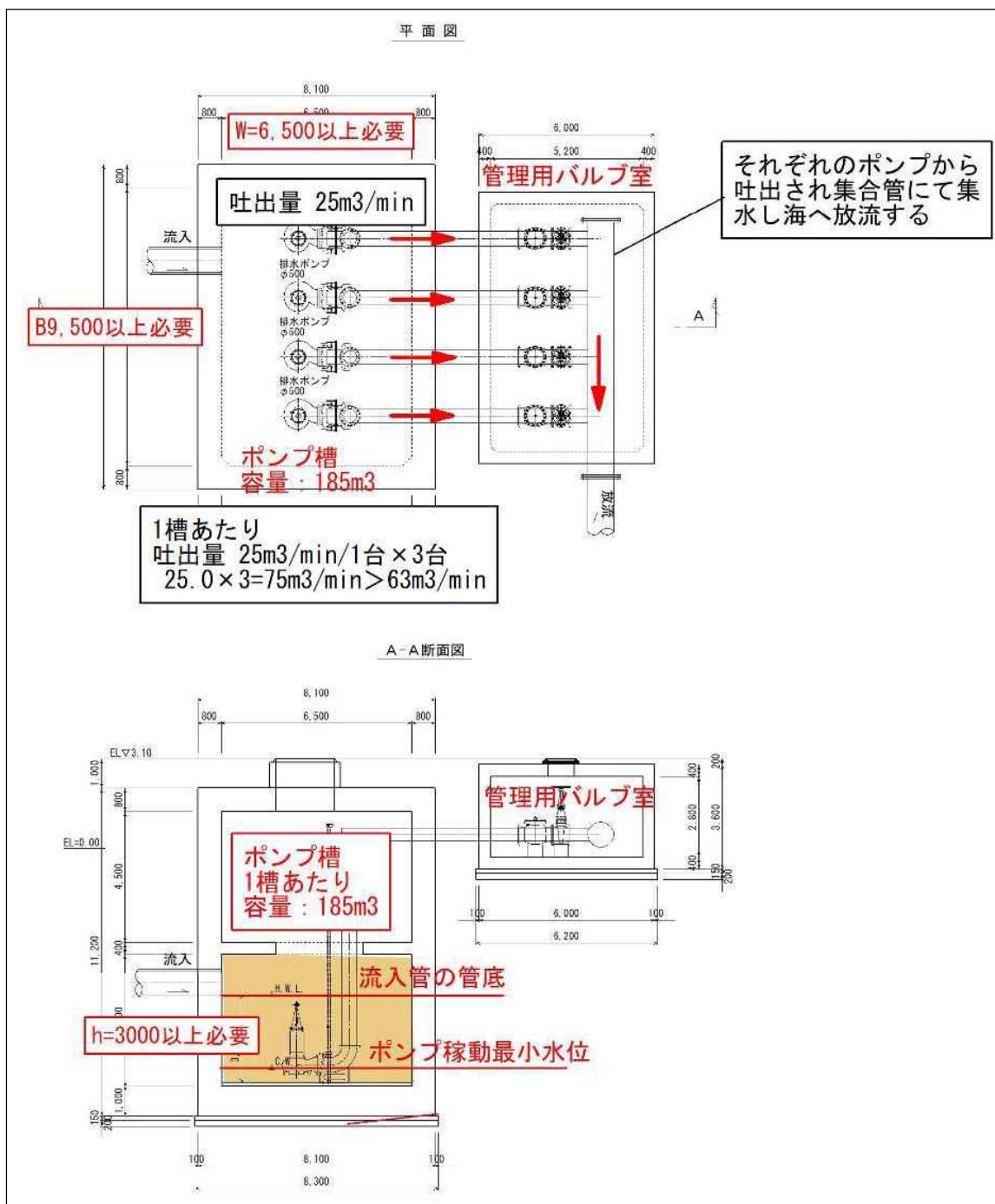


図 13.4-3 第 2 フェーズ ポンプ施設計画

#### (4) ポンプ施設用地

検討したポンプ施設を築造するにあたり、維持管理時の作業スペース等も考慮し必要な施設用地として約 1300m<sup>2</sup>が必要となる。以下に配置計画図を示す。

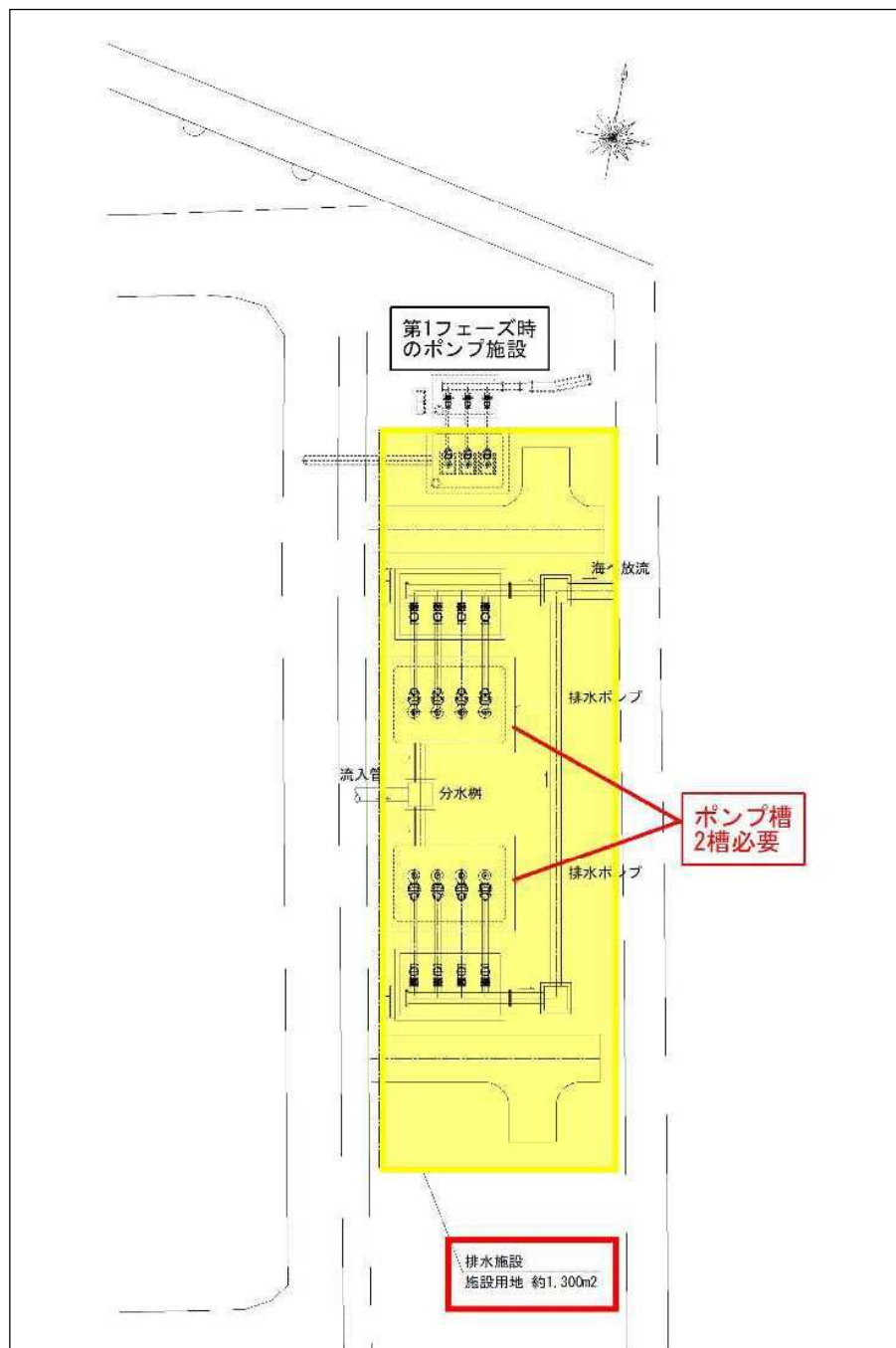


図 13.4-4 配置計画図

### 13.5 計画一般図等の作成

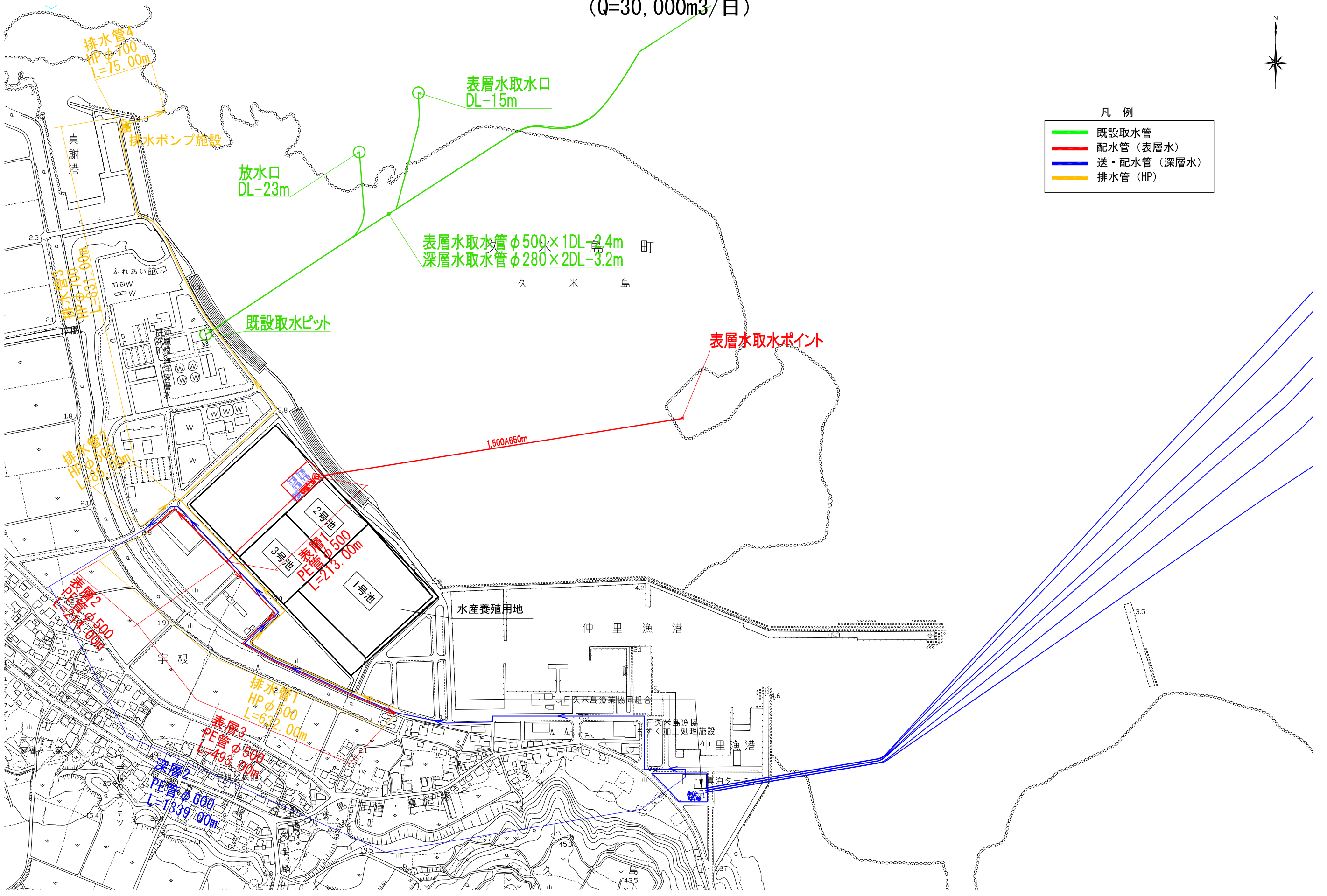
次ページ以降に排水計画に関わる平面図、縦断図、排水ポンプ施設一般図を示す。

# 海洋水利用施設配置概要図

S=1 : 3000 (A1)  
S=1 : 6000 (A3)  
(Q=30,000m<sup>3</sup>/日)



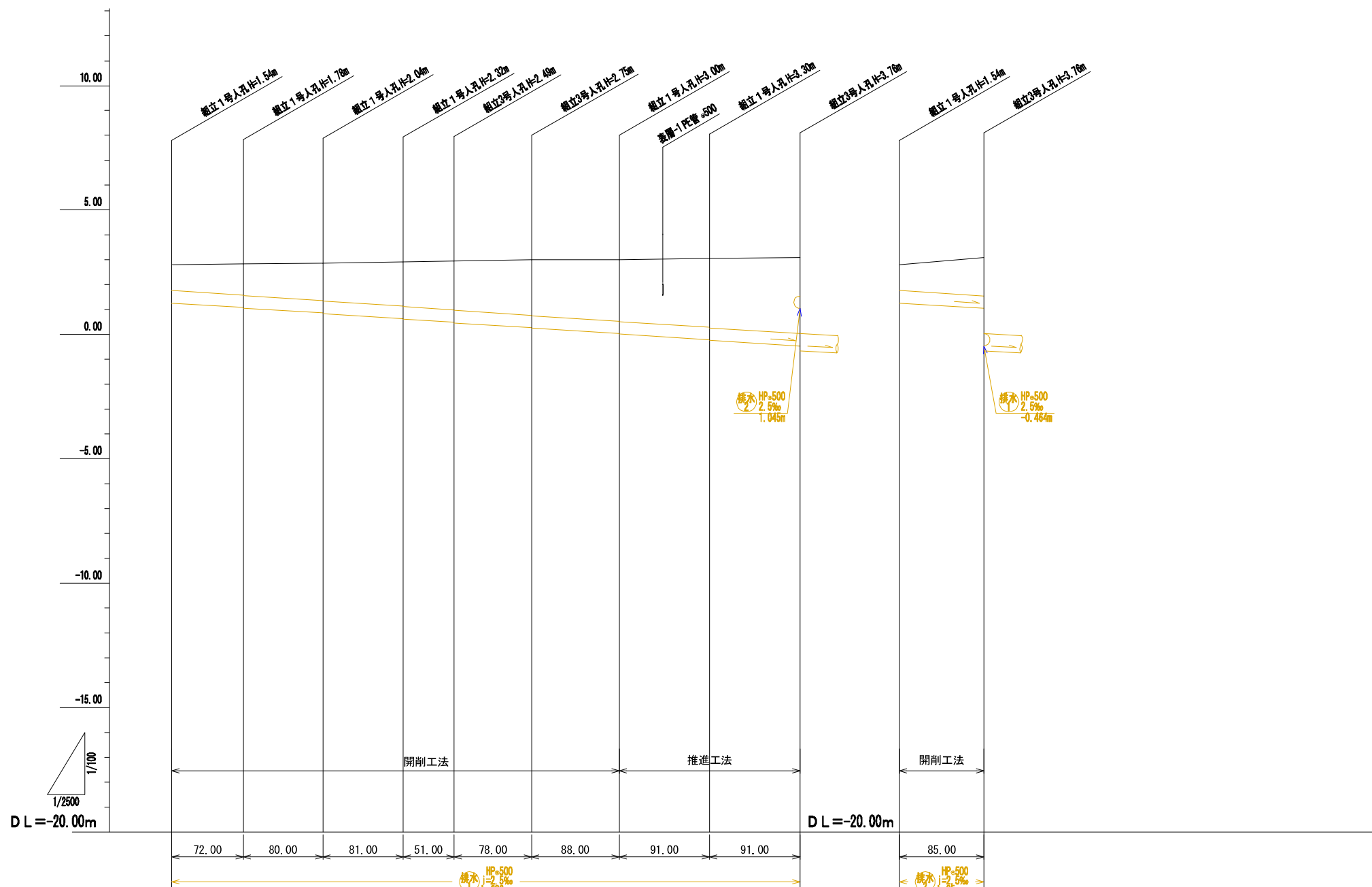
- 凡例
- 既設取水管
  - 配水管 (表層水)
  - 送・配水管 (深層水)
  - 排水管 (HP)



### 縦断面図 (3)

V=1:100 (A1) V=1:200 (A3)  
H=1:2500 (A1) H=1:5000 (A3)

(Q=30,000m<sup>3</sup>/日)

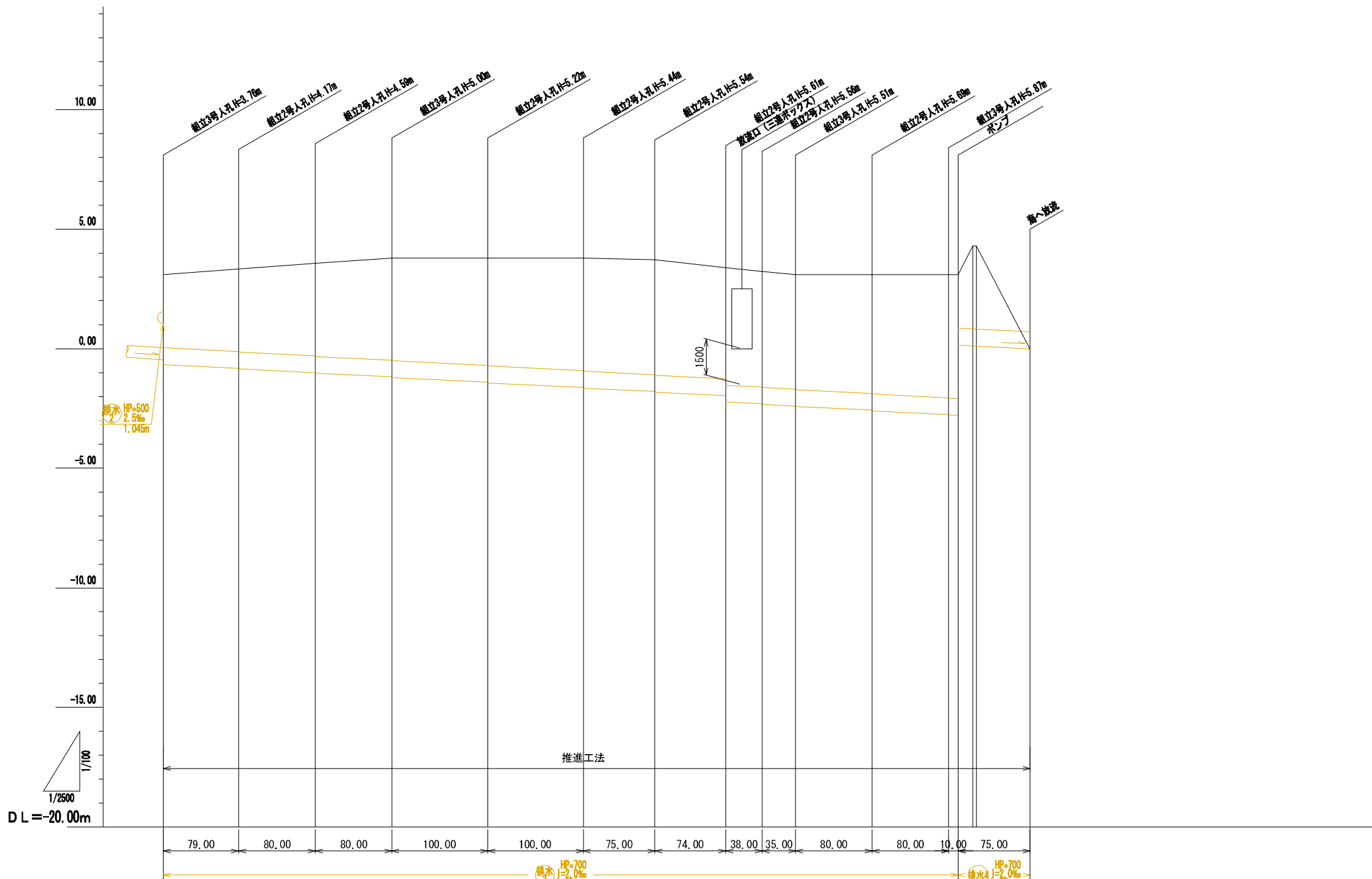


地盤高 (m)	土被 (m)	管底高 (m)	掘削深 (m)	追加距離 (m)	累計距離 (m)
2.80	1.00	1.256	1.56	0.00	0.00
2.84	1.22 1.24	1.078 1.056	1.80 1.82	72.00	72.00
2.88	1.48 1.50	0.858 0.838	2.06 2.08	152.00	80.00
2.93	1.75 1.77	0.635 0.615	2.34 2.36	233.00	81.00
2.96	1.93 1.95	0.487 0.467	2.52 2.54	284.00	51.00
3.00	2.19 2.21	0.272 0.252	2.77 2.79	362.00	78.00
3.01	2.44 2.46	0.022 0.012	3.02 3.04	450.00	88.00
3.06	2.73 2.75	-0.216 -0.236	3.32 3.34	541.00	91.00
3.10	3.02	-0.464	3.61	632.00	91.00
2.80	1.00	1.256	1.56	0.00	0.00
3.10	1.51	1.045	2.10	85.00	85.00

工事名			
図面名	縦断面図 (3)		
作成年月日			
縮尺	1/100 1/2500	図面番号	
会社名			
事業者名			

鏡水  
鏡水 2

縦断図 (4) V=1:100 (A1) V=1:200 (A3)  
H=1:2500 (A1) H=1:5000 (A3)  
(Q=30,000m<sup>3</sup>/日)



単距離 (m)	追加距離 (m)	掘削深 (m)	管底高 (m)	土被 (m)	地盤高 (m)
0.00	0.00	3.82	-0.864	3.01	3.10
79.00	79.00	4.21 4.23	-0.822 -0.842	3.39 3.41	3.33
80.00	158.00	4.63 4.65	-1.002 -1.022	3.81 3.83	3.57
80.00	238.00	5.04 5.06	-1.182 -1.202	4.22 4.24	3.80
100.00	338.00	5.28 5.28	-1.402 -1.422	4.44 4.46	3.80
100.00	438.00	5.48 5.50	-1.622 -1.642	4.66 4.68	3.80
75.00	514.00	5.58 5.60	-1.792 -1.812	4.76 4.78	3.73
74.00	588.00	5.41 5.47	-1.960 -2.224	4.59 4.86	3.39
38.00	626.00	5.60 5.62	-2.300 -2.320	4.78 4.80	3.24
35.00	661.00	5.65 5.67	-2.380 -2.410	4.73 4.75	3.10
80.00	741.00	5.73 5.75	-2.570 -2.590	4.91 4.93	3.10
80.00	821.00	5.81 5.83	-2.750 -2.770	5.09 5.11	3.10
15.00	836.00	5.85 3.01	-2.780 0.150	5.13 2.19	4.30
4.00	850.00	4.24 4.25	0.120 0.112	3.42 3.43	4.30
56.00	906.00	0.06	0.000	-0.76	0.00

工事名	
図面名	縦断図 (4)
作成年月日	
縮尺	1/100 1/2500
会社名	図面番号
事業者名	





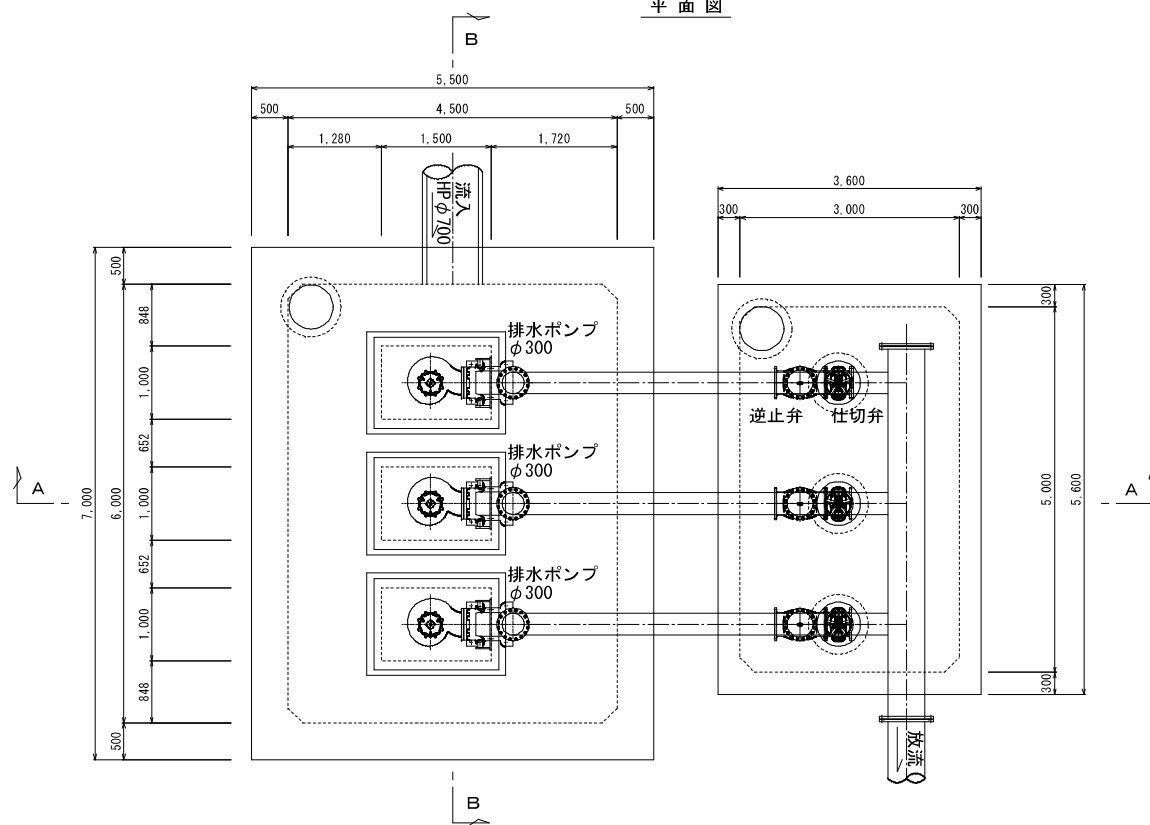
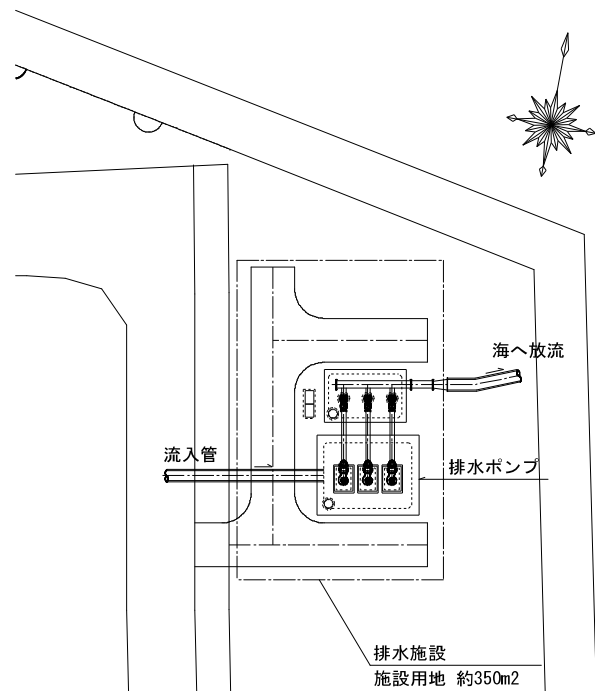
# 排水ポンプ施設一般図

(Q=30,000m<sup>3</sup>/日)

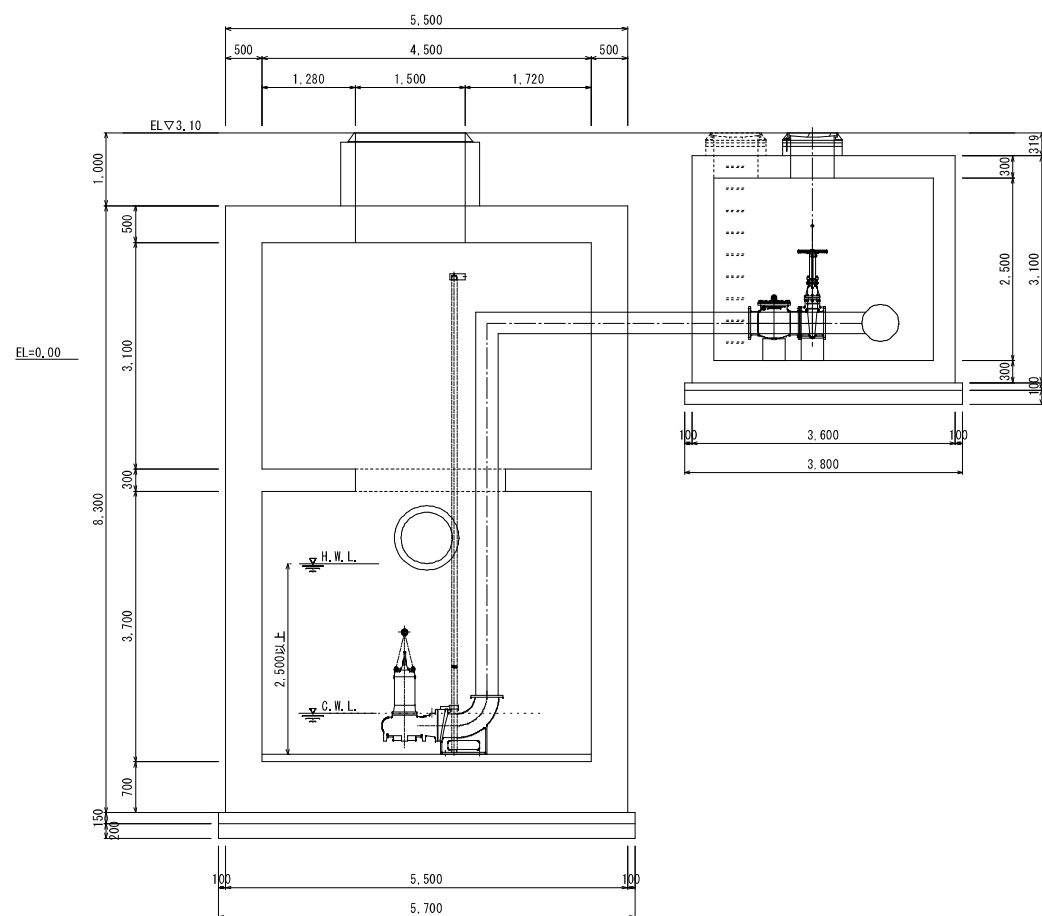
排水ポンプ一般図 S=1:50

平面図

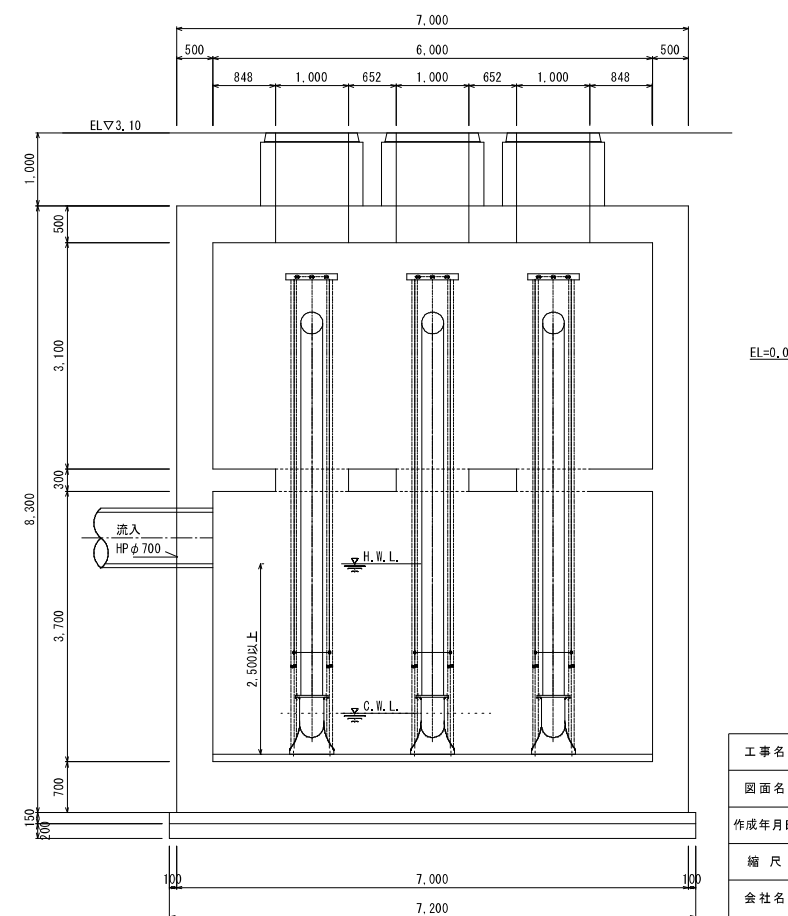
配置概要図 S=1:250



A-A断面図



B-B断面図

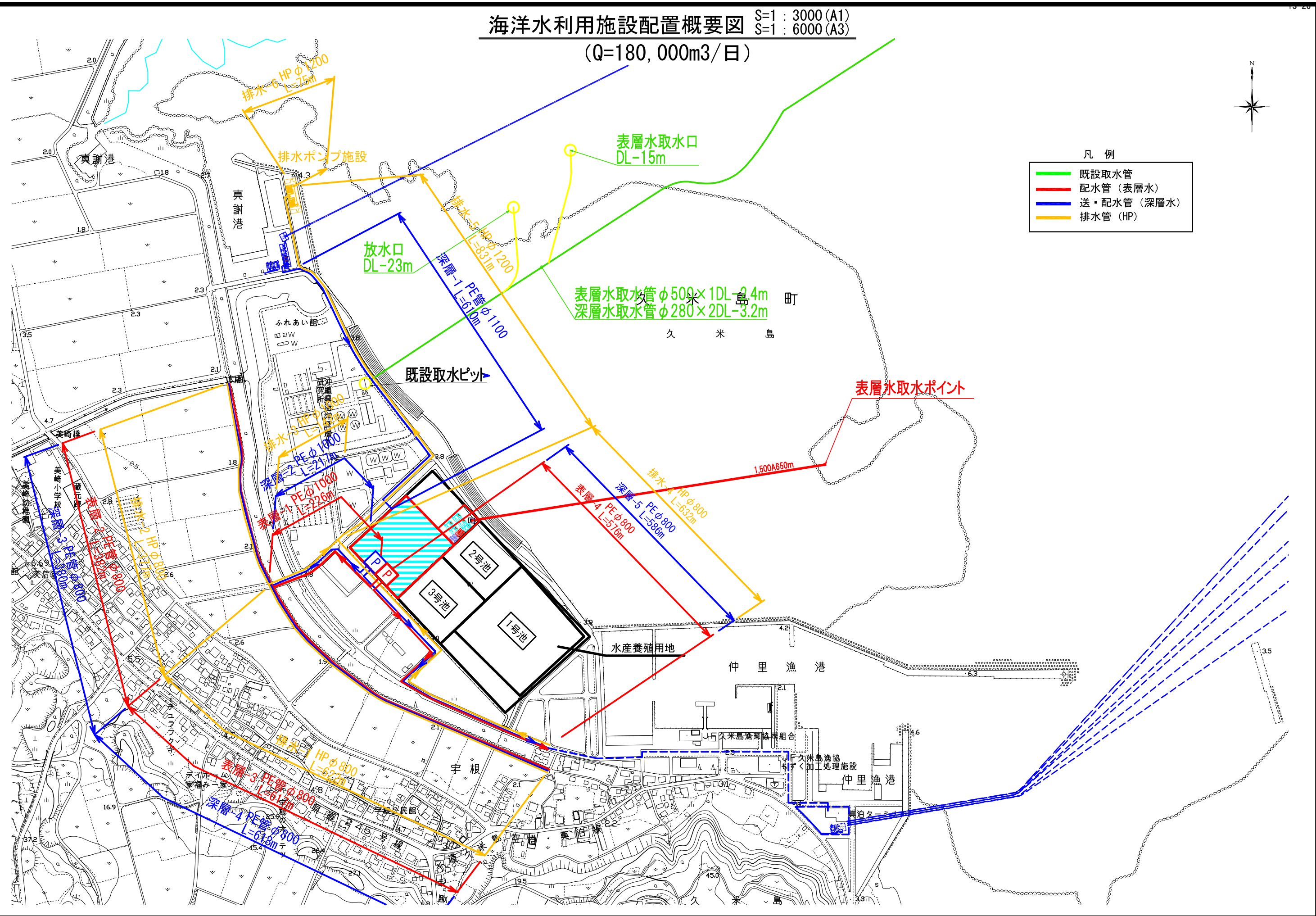


工事名			
図面名	排水ポンプ施設一般図		
作成年月日			
縮尺	図示	図面番号	
会社名			
事業者名			

海洋水利用施設配置概要図 S=1 : 3000 (A1)  
S=1 : 6000 (A3)  
(Q=180,000m<sup>3</sup>/日)



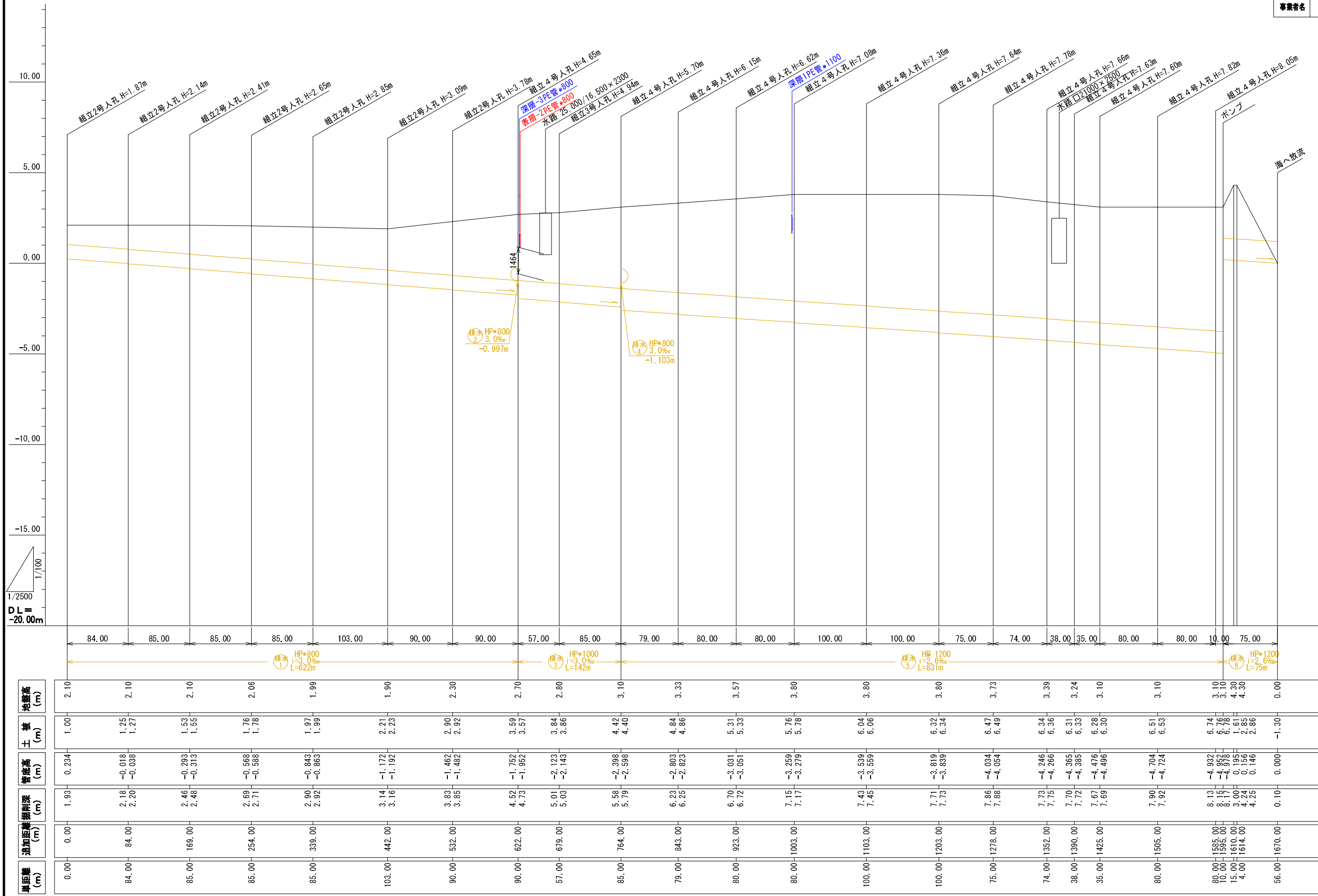
- 凡例
- 既設取水管
  - 配水管 (表層水)
  - 送・配水管 (深層水)
  - 排水管 (HP)



# 縦断図 (6)

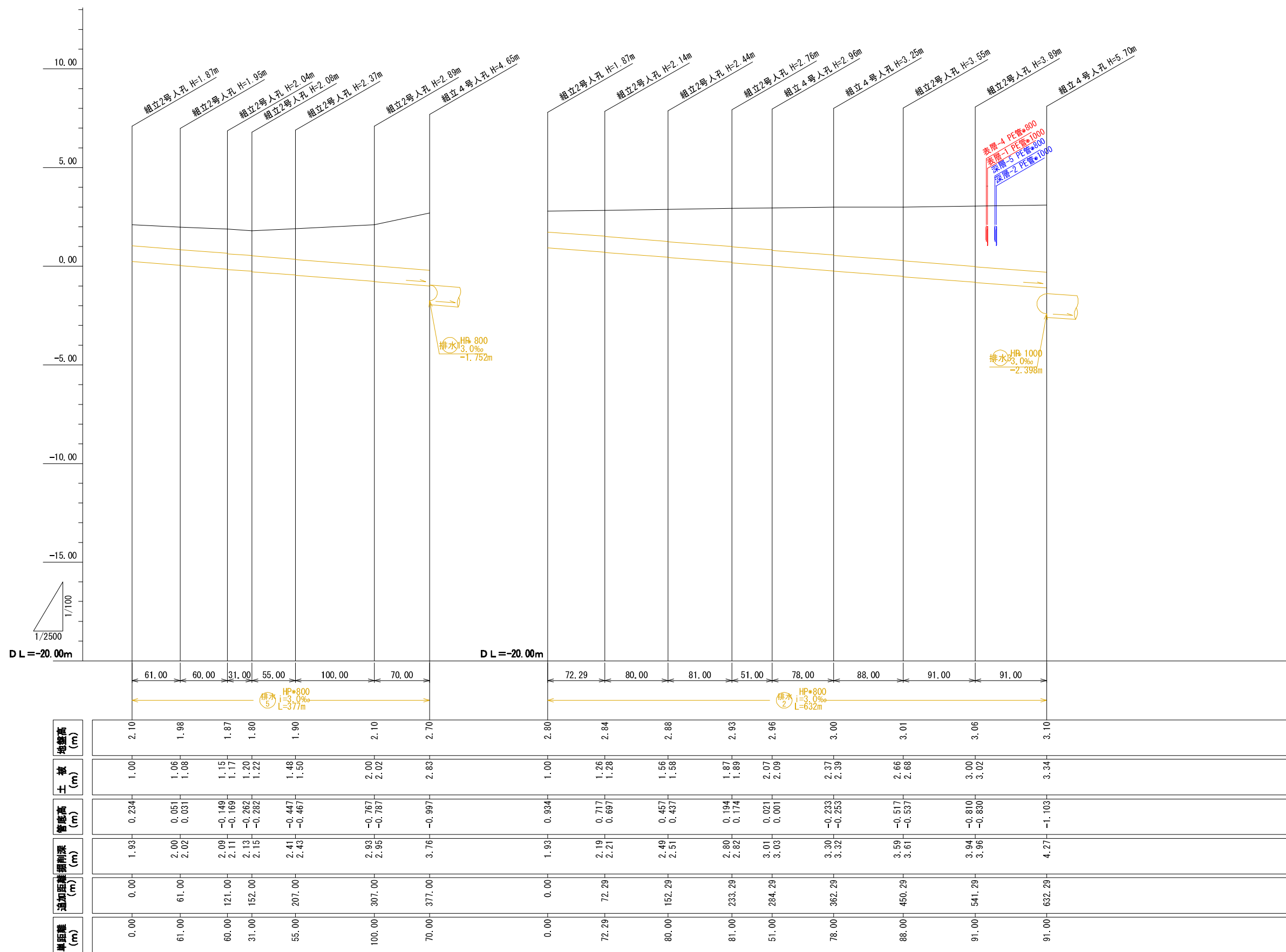
V=1:100 (A1) V=1:200 (A3)  
H=1:2500 (A1) H=1:5000 (A3)  
**(Q=180,000m<sup>3</sup>/日)**

工事名		
図面名	縦断図 (6)	
作成年月日		
縮尺	1/100 1/2500	図面番号
会社名		
事業者名		



単距離 (m)	追加距離 (m)	管底高 (m)	土被 (m)	地盤高 (m)
0.00	0.00	1.93	1.00	2.10
84.00	84.00	2.18	1.25	2.10
85.00	169.00	2.46	1.53	2.10
85.00	254.00	2.69	1.76	2.06
85.00	339.00	2.90	1.97	1.99
103.00	442.00	3.14	2.21	1.90
90.00	532.00	3.83	2.90	2.30
90.00	622.00	4.52	3.59	2.70
57.00	679.00	5.01	3.84	2.80
85.00	764.00	5.58	4.42	3.10
79.00	843.00	6.23	4.84	3.33
80.00	923.00	6.70	5.31	3.57
80.00	1003.00	7.15	5.76	3.80
100.00	1103.00	7.43	6.04	3.80
100.00	1203.00	7.71	6.32	3.80
75.00	1278.00	7.86	6.47	3.73
74.00	1352.00	7.73	6.34	3.39
38.00	1390.00	7.75	6.36	3.39
35.00	1425.00	7.70	6.31	3.24
80.00	1505.00	7.72	6.33	3.10
80.00	1585.00	7.67	6.28	3.10
10.00	1670.00	7.90	6.51	3.10
80.00	1585.00	8.13	6.74	3.10
10.00	1595.00	8.15	6.76	3.10
15.00	1610.00	8.17	6.78	3.10
4.00	1614.00	3.29	1.51	4.30
		4.25	2.86	2.86
56.00	1670.00	0.10	-1.30	0.00

縦断図 (7) V=1:100 (A1) V=1:200 (A3)  
H=1:2500 (A1) H=1:5000 (A3)  
(Q=180,000m<sup>3</sup>/日)

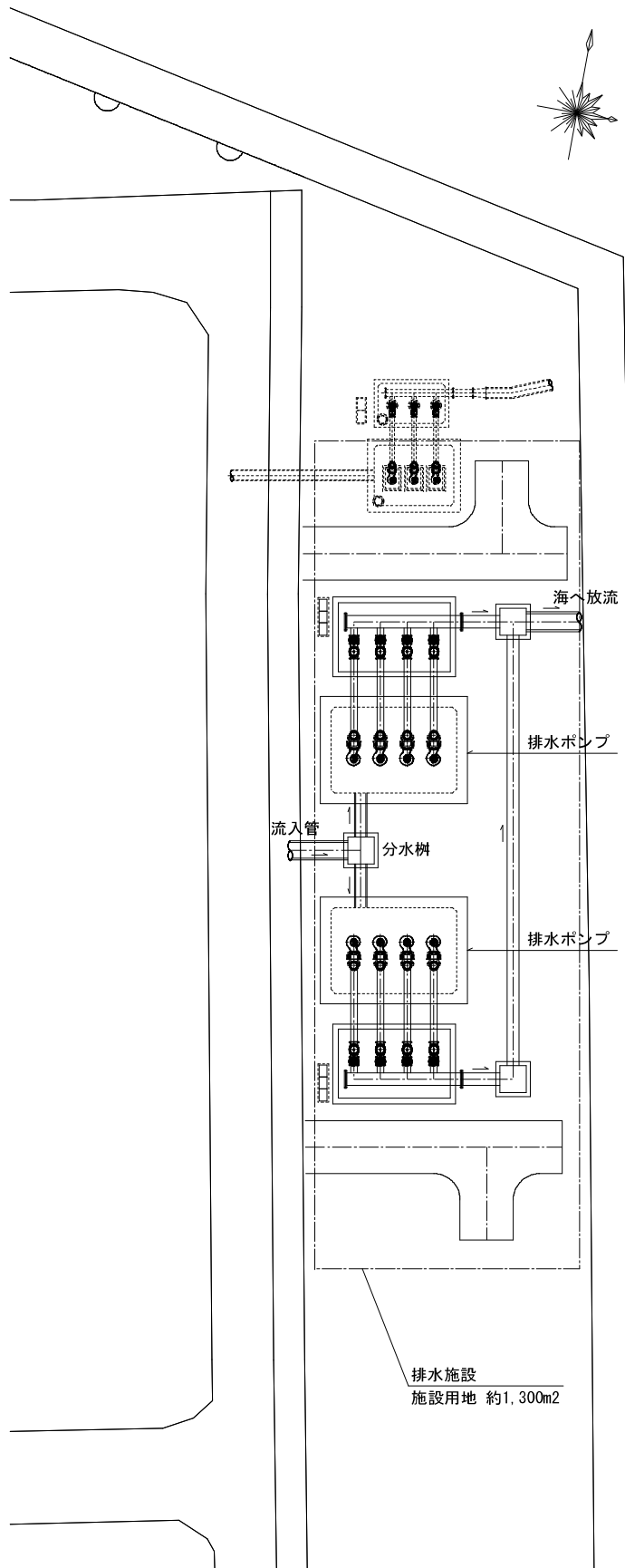


工事名	
図面名	縦断図 (7)
作成年月日	
縮尺	1/100 1/2500
図面番号	
会社名	
事業者名	

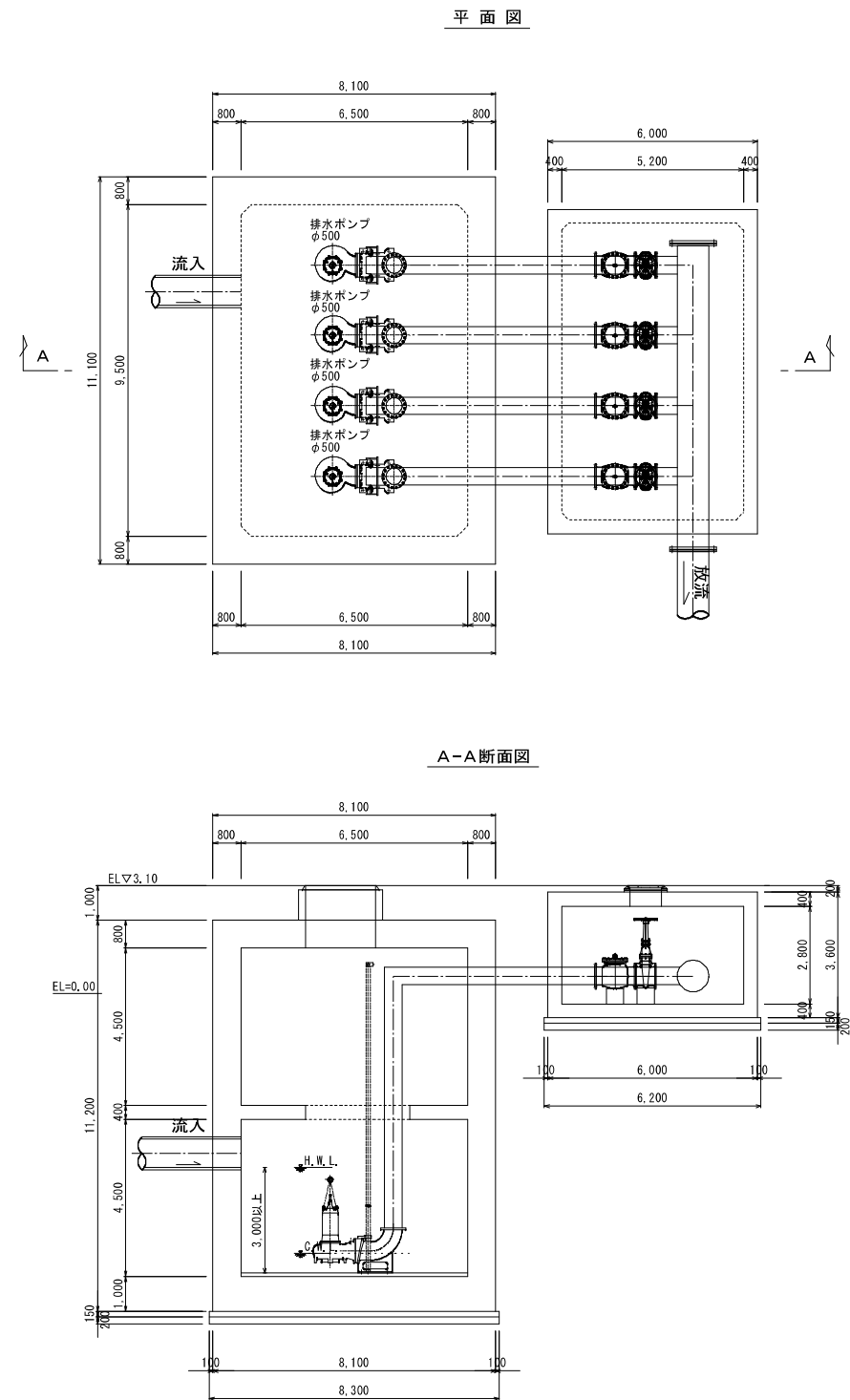
# 排水ポンプ施設一般図

(Q=180,000m<sup>3</sup>/日)

配置概要図 S=1:250



排水ポンプ一般図 S=1:100



工事名	
図面名	排水ポンプ施設一般図
作成年月日	
縮尺	図面番号
会社名	
事業者名	