



# 水源施設における 監視カメラの最適配置

**TEC**グループ

株式会社 東京設計事務所  
Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.

# 本発表の構成

1. 上下水道の監視カメラの役割
2. 監視カメラの設計業務
3. 監視カメラの設計の課題解決策
4. まとめ



# 本発表の構成

1. 上下水道の監視カメラの役割
2. 監視カメラの設計業務
3. 監視カメラの設計の課題解決策
4. まとめ



# 1. 上下水道の監視カメラの役割

監視カメラの役割は以下の3つの監視が目的

来訪者や侵入者



流入や放流



設備稼働状況



上下水道の監視カメラは人や施設の監視が目的



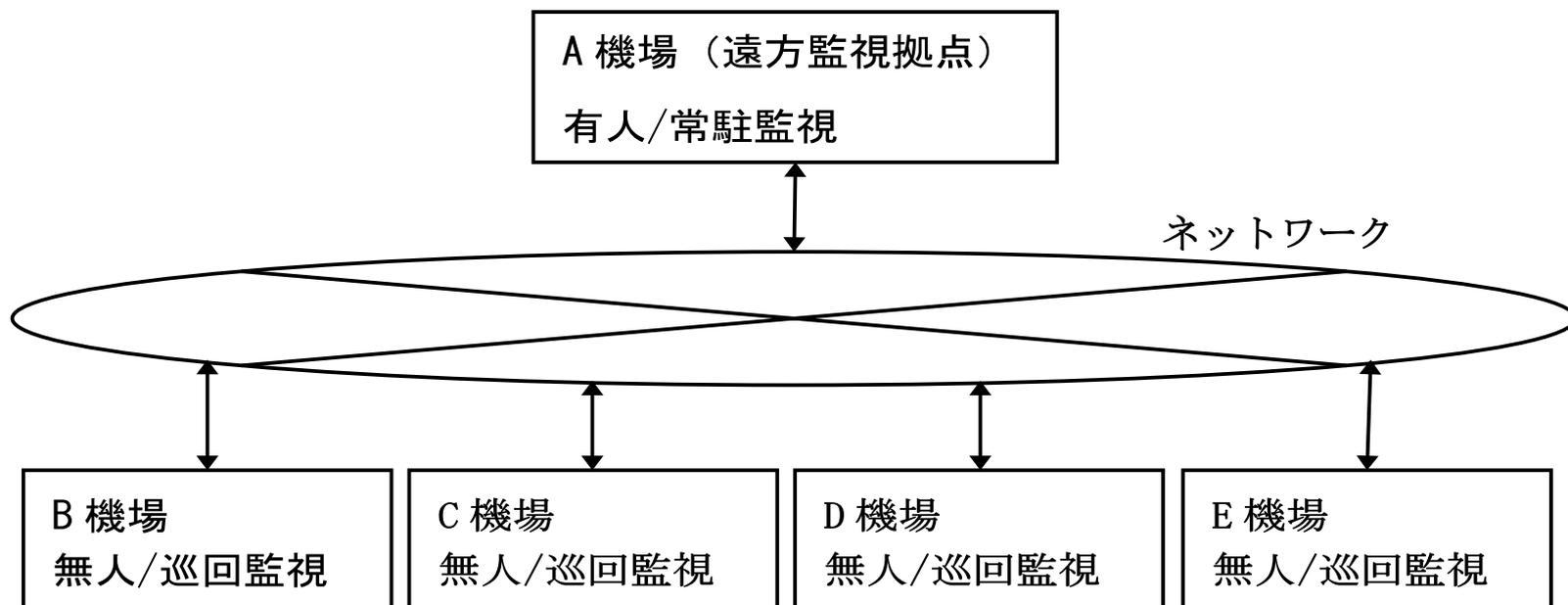
# 本発表の構成

1. 上下水道の監視カメラの役割
- 2. 監視カメラの設計業務**
3. 監視カメラの設計の課題解決策
4. まとめ



## 2. 監視カメラの設計業務 (業務対象)

業務対象の機場は以下のシステムを構築した5機場



本業務は無人4機場＋常駐監視1機場が対象



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討フロー ①監視目的)

(監視目的)

- ・ 敷地内への侵入者の監視
- ・ 建屋内への侵入者の監視
- ・ 設備の運転、異常の監視

(監視対象施設の選定)

水道施設の重要建屋の選定

(配置検討)

監視カメラの配置検討

(配置の効率化等検討)

監視カメラ台数の縮減  
課題解決策の検討

(監視目的)

上水道施設の監視対象整理  
警戒線の設定

監視の目的⇒対象⇒配置の順に検討



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討フロー ②監視対象施設の選定)

(監視目的)

- ・ 敷地内への侵入者の監視
- ・ 建屋内への侵入者の監視
- ・ 設備の運転、異常の監視

(監視対象施設の選定)

水道施設の重要建屋の選定

(配置検討)

監視カメラの配置検討

(配置の効率化等検討)

監視カメラ台数の縮減  
課題解決策の検討

(監視対象施設の選定)

テロ行為の該当施設を整理  
侵入可能な箇所を整理

監視の目的⇒対象⇒配置の順に検討



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討フロー ③配置検討)

(監視目的)

- ・ 敷地内への侵入者の監視
- ・ 建屋内への侵入者の監視
- ・ 設備の運転、異常の監視

(監視対象施設の選定)

水道施設の重要建屋の選定

(配置検討)

監視カメラの配置検討

(配置の効率化等検討)

監視カメラ台数の縮減  
課題解決策の検討

(配置検討)

監視の対象と場所を検討  
監視カメラの配置を検討

監視の目的⇒対象⇒配置の順に検討



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討フロー ④配置の効率化等検討)

(監視目的)

- ・ 敷地内への侵入者の監視
- ・ 建屋内への侵入者の監視
- ・ 設備の運転、異常の監視

(監視対象施設の選定)

水道施設の重要建屋の選定

(配置検討)

監視カメラの配置検討

(配置の効率化等検討)

監視カメラ台数の縮減  
課題解決策の検討

(配置の効率化等検討)

カメラ台数の集約化の検討

監視画面の分割表示の検討

プライバシー対策の検討

侵入者見落とし対策の検討

監視の目的⇒対象⇒配置の順に検討

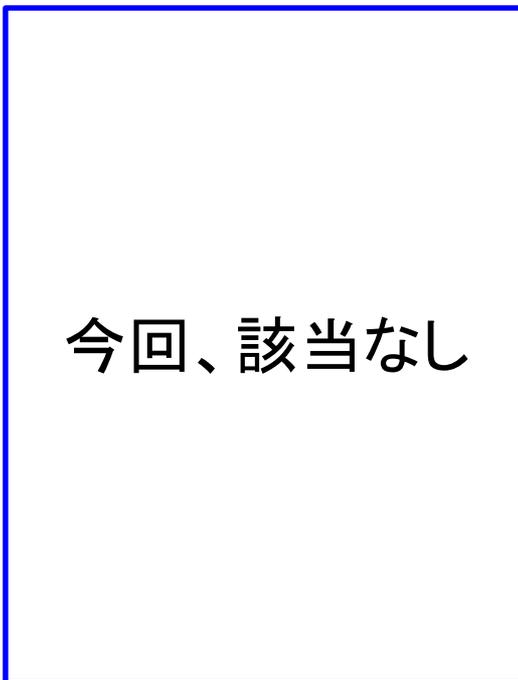


## 2. 監視カメラの設計業務 (検討① 監視目的～監視対象の整理～)

来訪者や侵入者



~~流入や放流~~



設備稼働状況

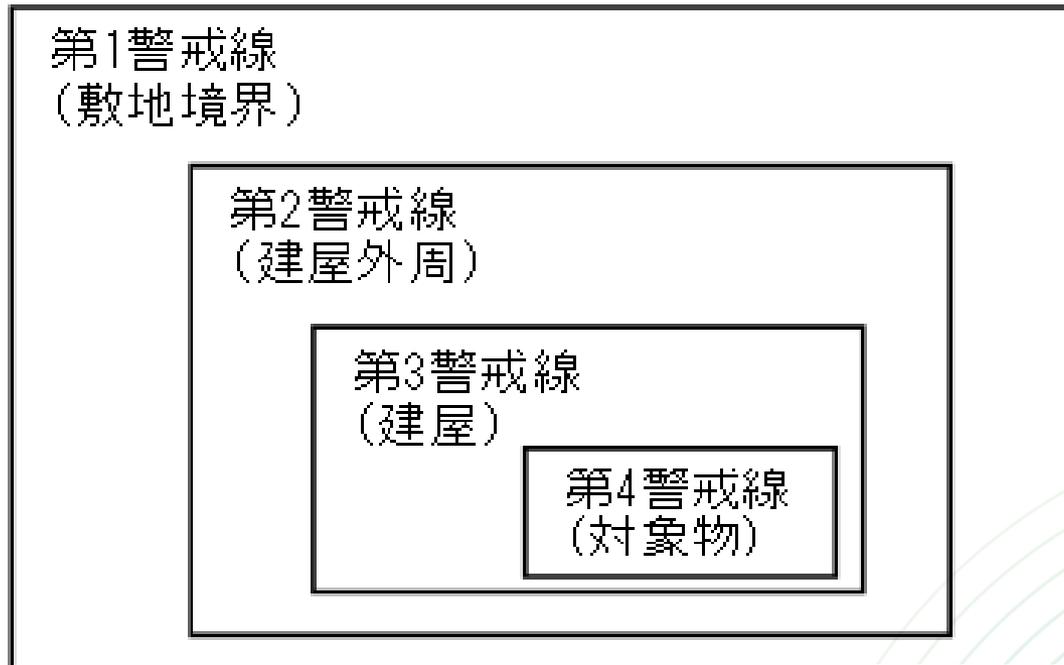


上水道の監視カメラは人、**設備**の監視を目的



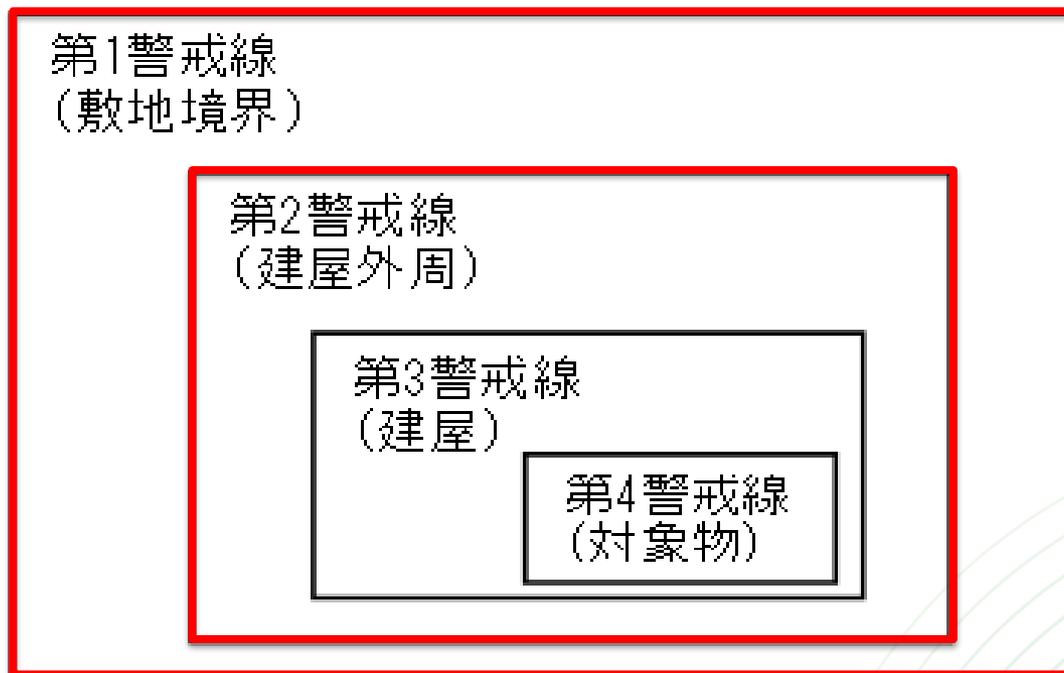
## 2. 監視カメラの設計業務 (検討① 監視目的～警戒線の設定～)

### 第1～4までの4種類ある警戒線から監視範囲設定



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討① 監視目的～警戒線の設定～)

第1～4までの4種類ある警戒線から監視範囲設定



侵入者監視を目的として第1,2警戒線を監視範囲に設定



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討② 監視対象施設の設定～参考文献～)

### ①一般的な防犯 ②テロ対策マニュアル策定指針

防犯の基本項目	防犯対策
目	通行人
	監視カメラ
	巡回監視
	ロボット警備
音	ブザー
	サイレン
	砂利
光	街灯
	センサーライト
時	鍵（ダブルロック）
	窓（防犯フィルム、二重窓）
	柵（高さ、忍び返し）

施設	テロ行為
取水施設	取水施設の破壊 水源池へのNBC系毒物の投入
浄水施設	各施設の破壊 浄水施設へのNBC系毒物の投入
導・送・配水施設	管路、水管橋、ポンプ施設 接合井、サージタンク等破壊
管理事務所	施設破壊

場内の監視対象施設は行政機関発行物で整理



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討② 監視対象施設の設定～施設整理～)

### テロ行為と今回該当施設を整理

施設	テロ行為	該当施設
取水施設	取水施設の破壊 毒物の投入	取水井、井戸
浄水施設	各施設の破壊 毒物の投入	受水井、沈澱池 ろ過機、薬品設備
導・送・配水施設	各施設の破壊	着水井、配水池
管理事務所	施設の破壊	管理棟

### テロ対策マニュアル策定指針の該当施設を監視



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討③ 配置検討～監視の対象と場所～)

- 侵入者や設備異常の監視場所を整理
- テロ対策該当施設の侵入可能な箇所を整理

監視対象	監視場所
侵入者	敷地境界、門扉、建物周囲
テロ行為該当施設	各施設の開口位置
設備の運転・異常	運転状況・水質

監視目的毎の対象を考慮した場所を整理



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討③ 配置検討～監視カメラの配置～)

監視対象	監視場所	台数
外部侵入者	門扉	13
テロ行為 該当施設	管理棟	11
	着水井	5
	受水井	6
	沈澱池	3
	ろ過機	4
	次亜	6
	配水池	9
設備の異常	水槽	5
計		62

外部侵入者

- ・ 門扉および管理棟

テロ行為対策

- ・ テロ行為該当施設

設備の異常

- ・ 視覚的な水質監視

監視目的を達成するためにカメラ計62台が必要



## 2. 監視カメラの設計業務

### (検討④ 配置の効率化～カメラ機種決定～)

#### 配置の効率化を踏まえた機種検討を実施

1. 形式	一体型 1	一体型 2	ドーム型
2. 特価機能	夜間監視が可能 監視距離が長い	夜間監視が可能 監視範囲が広い	360 度追尾 監視距離が長い
3. 追尾機能有無	△ズーム	△ズーム	○PTZ※
4. 監視距離/m	○～300.0	△～30.0	○～150.0
5. 水平画角/度	△60.4 ～ 3.2	○124.3～ 50.5	△66 ～ 1.9
6. 赤外光照明/m	○60	○30	○150
7. 動作温度/℃	○-10～+55	○-10～+55	○-30～+45

注) ※PTZ とは、パン（カメラの向きを左右に動かすこと）・チルト（カメラの向きを上下に動かすこと）・ズーム（撮影対象物の映像を拡大、縮小すること）の頭文字の略称である。

## PTZ機能を駆使してカメラ台数の集約化を実施

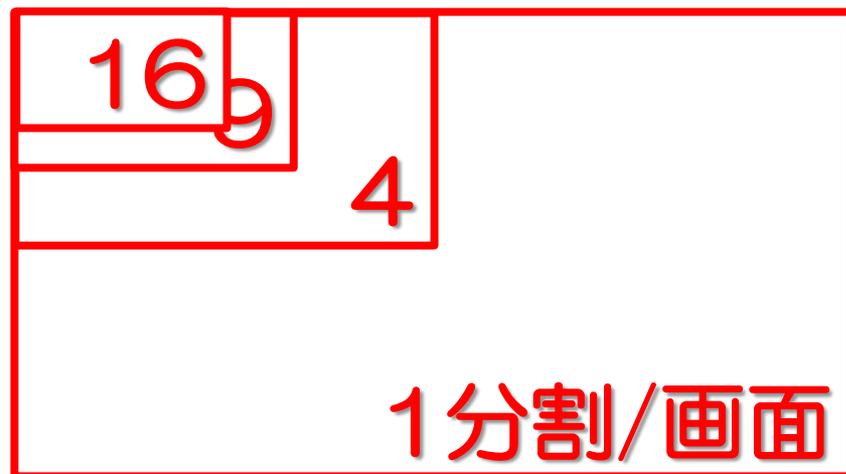
TECグループ 藝叢東京設計事務所



## 2. 監視カメラの設計業務 (検討④ 配置の効率化～カメラの集約～)

カメラ集約を実施・監視画面の分割考慮

監視場所	集約化前	集約化後
場内	57 台	31 台
水質	5 台	5 台
計	62 台	36 台



4分割/画面で監視するため倍数4で台数集約

カメラ計62台から36台まで集約



# 本発表の構成

1. 上下水道の監視カメラの役割
2. 監視カメラの設計業務
- 3. 監視カメラの設計の課題解決策**
4. まとめ

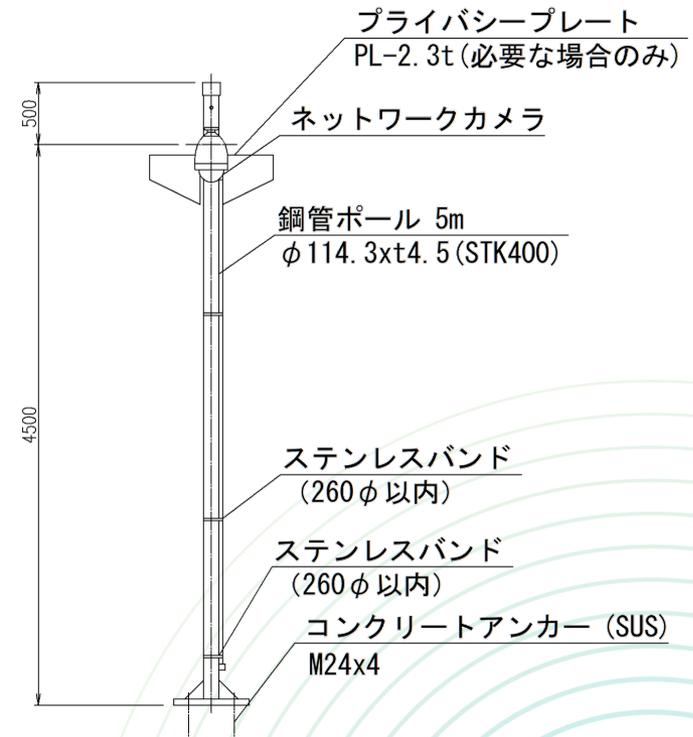


### 3. 監視カメラの設計の課題解決策 (課題点① プライバシー対策)

外部侵入者対策＝プライバシー対策が必要

監視対象	監視場所	台数
外部侵入者	門扉	13
	管理棟	11
テロ <del>テ</del> 為	着水井	5
該当施設	受水井	6
	油澗池	2
設備の異		
計		

敷地境界付近に設置  
⇒侵入者から見える  
＝近隣住民も見える



プライバシー対策は物理的対策としてプレート設置



### 3. 監視カメラの設計の課題解決策 (課題点② 侵入者の見落とし対策)

侵入者の見落とし対策＝センサを併用

1. 形式	パッシブセンサ		アクティブセンサ
2. 特徴	赤外線エネルギーの差で検知		受光される赤外線の変化で検知
3. 検知範囲 距離×高さ	15m×1.5m	5.0m×3.4m	200m×6.6m
4. 動作温度	○-10～+50℃		○-35℃～+60℃
5. 電源	△付属リチウム電池 (電池寿命約8年)		○外部電源
6. 施工性	○電源設備が不要		△電源設備が必要
7. その他	標準電波到達距離が100m以内 センサ横断方向が検知しやすい		動物、落ち葉、自動車などにも反応

侵入者見落とし対策はセンサによる対策



# 本発表の構成

1. 監視カメラとは
2. 監視カメラの設計業務
3. 監視カメラの設計の課題解決策
4. まとめ



## 4. まとめ

- 上下水道の監視カメラは**人や施設の監視が目的**
- 監視の目的⇒対象⇒配置の順に検討
- 第1,2警戒線を監視範囲に設定
- **テロ対策マニュアル策定指針**の該当施設を監視
- 監視目的毎の場所を整理・カメラ**計62台が必要**
- **PTZ機能**を駆使してカメラ台数を**36台まで集約**
- プライバシー対策はプレートによる**物理的な対策**
- 侵入者見落とし対策は**センサによる対策**





ご清聴  
ありがとうございました

**TEC**グループ

株式会社 東京設計事務所  
Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.

# 配水池の二次元フレーム・ばね モデルの三次元効果の一手法

(株) 日本水道設計社

榊 信昭

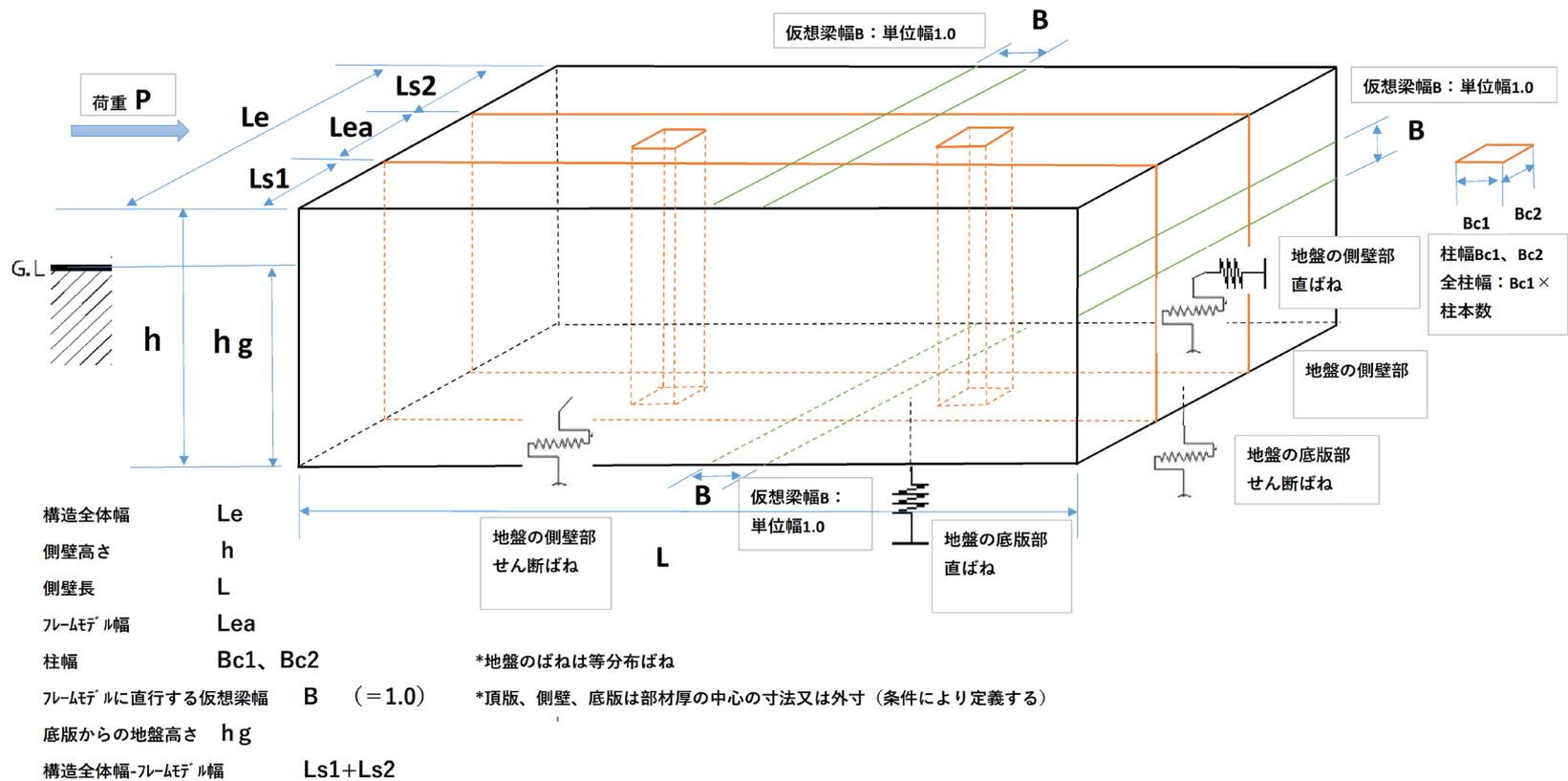


図-3 モデル図の凡例

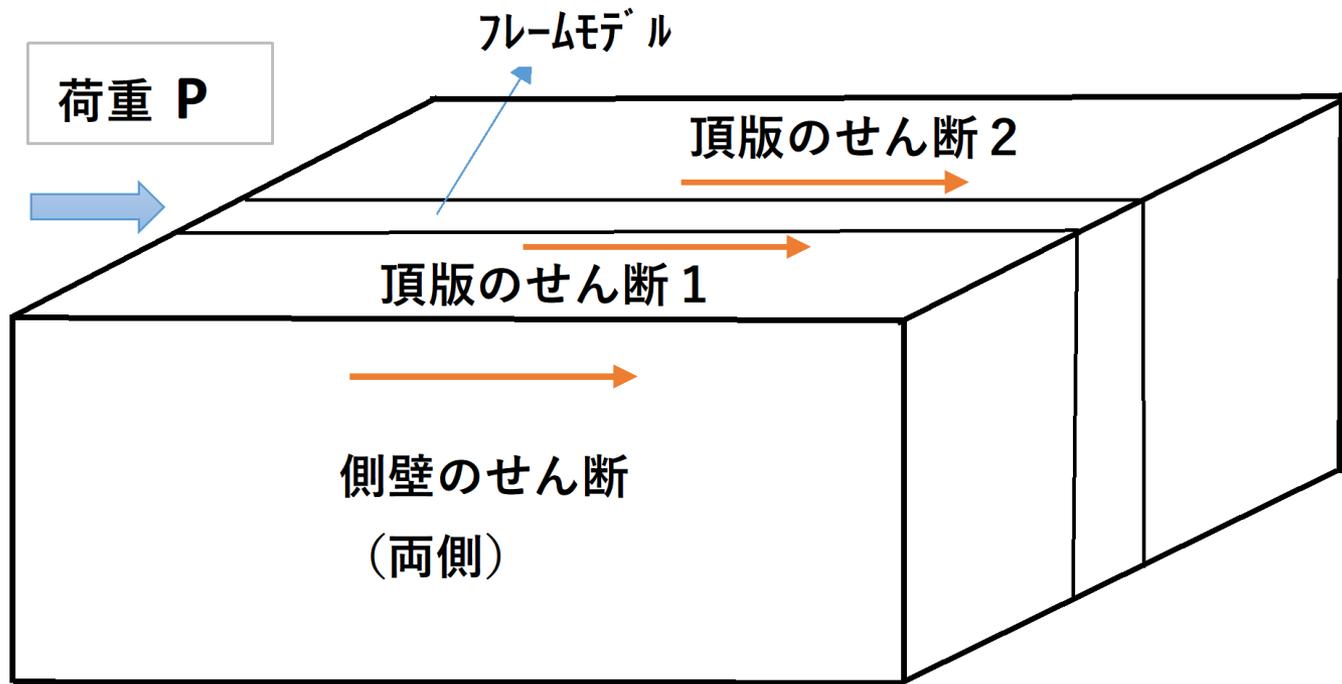


図-1 側壁と頂版のせん断

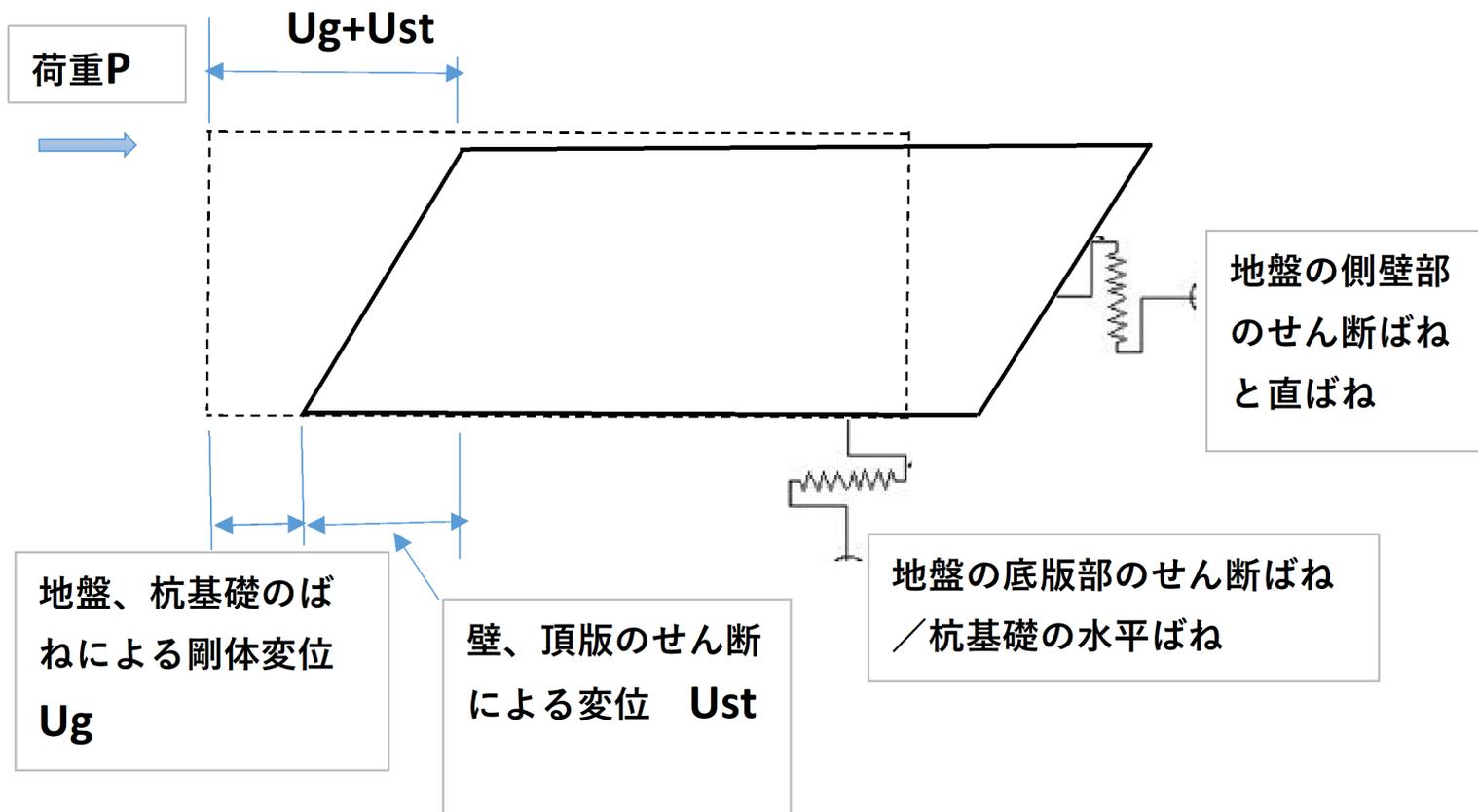
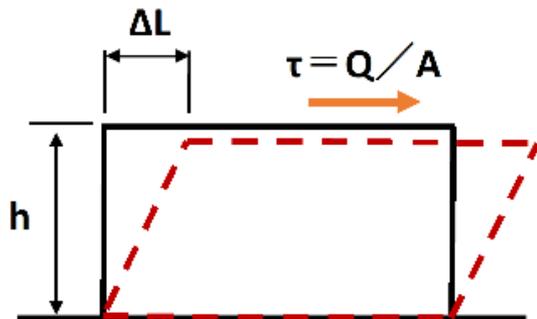


図-2 構造のせん断変位と剛体変位



せん断力  $Q = \text{断面積 } A \times \text{せん断応力 } \tau$

せん断ひずみ  $\gamma = \Delta L / h$

せん断弾性係数  $G$

$\tau = Q / A = G\gamma$      $Q = G\gamma A = GA\Delta L / h$

せん断ばね  $K_s = Q / \Delta L = GA / h$

$K_w$     側壁のせん断ばね

$K_s$     頂版のせん断ばね

$K = K_w K_s / (K_w + K_s)$

側壁と頂版の合成せん断ばね

$K_g$     地盤／杭の水平ばね

$K_t = K K_g / (K + K_g)$

地盤等と構造の合成せん断ばね

$P (L e_a / L_e)$

フレームモデルの分担荷重

$K_t (L e_a / L_e)$

フレームモデル頂版部にセットするばね

$L_f$     フレームモデルの頂版部の長さ

$K_t (L e_a / L_e) / L_f$

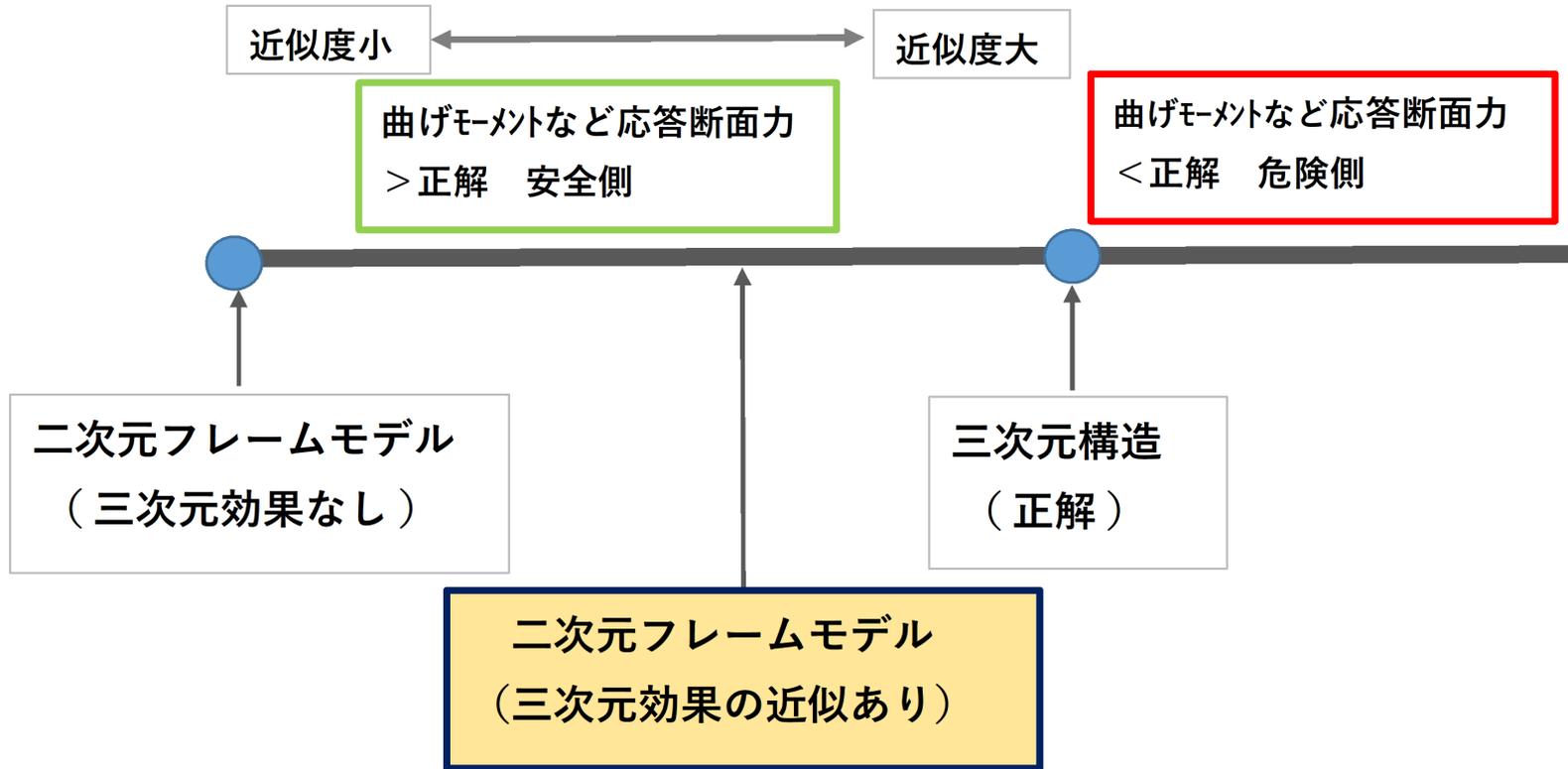
フレームモデルにセットする分布せん断ばね

(詳細は令和3年度技術報告集(第36号)を参照)

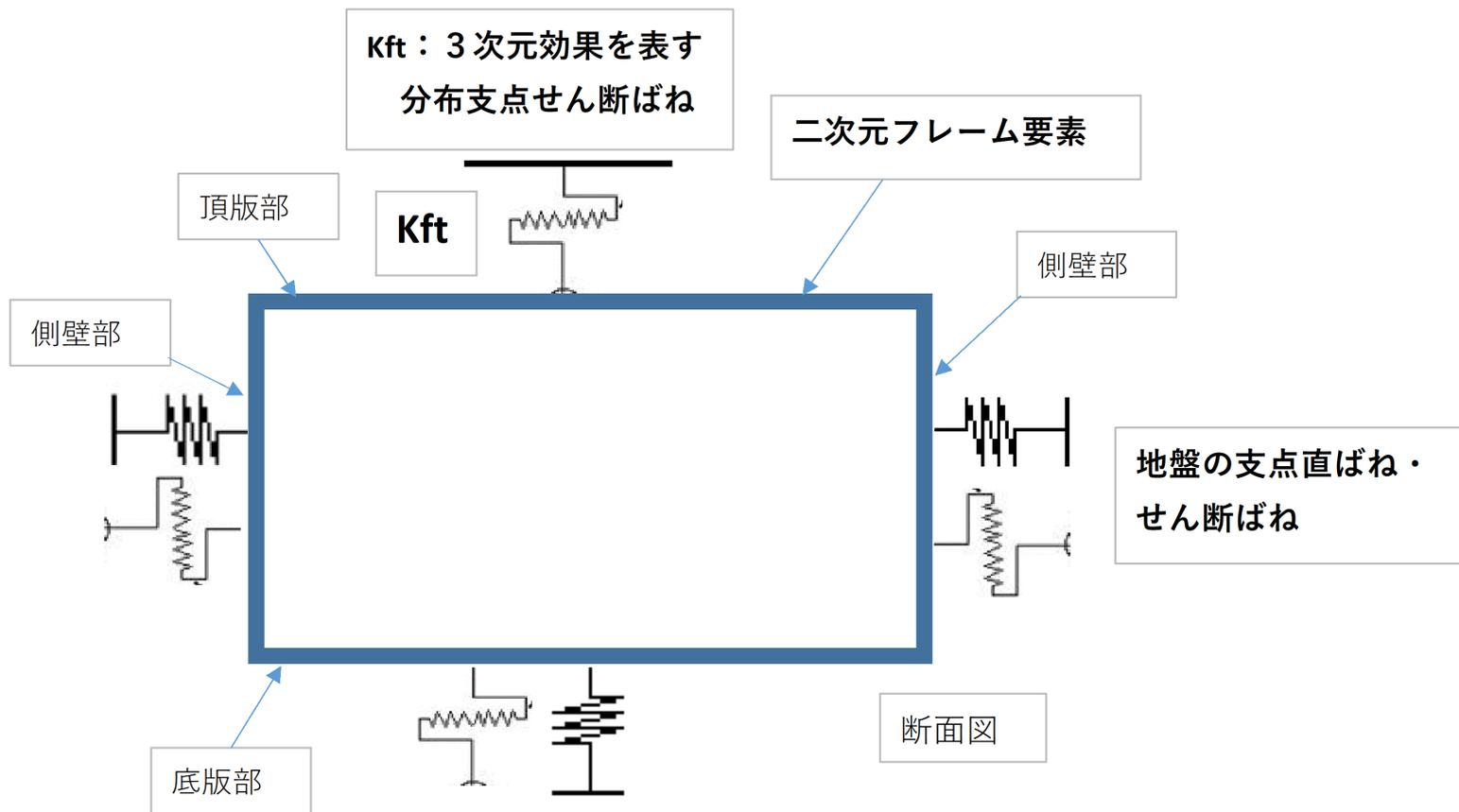
図-4 構造のせん断ばね

図-5 側壁等の三次元効果を表すせん断ばね

# RC造矩形池状構造

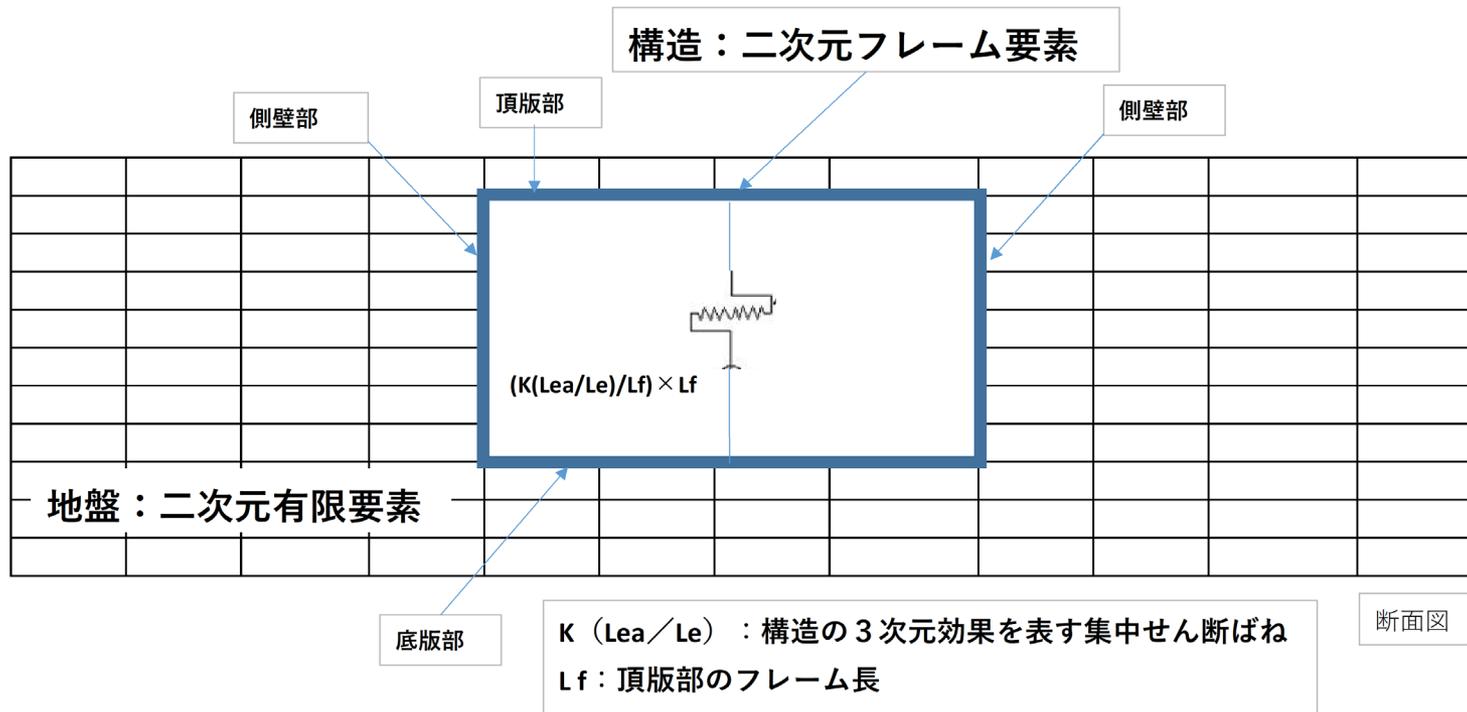


図一 6 三次元効果の近似

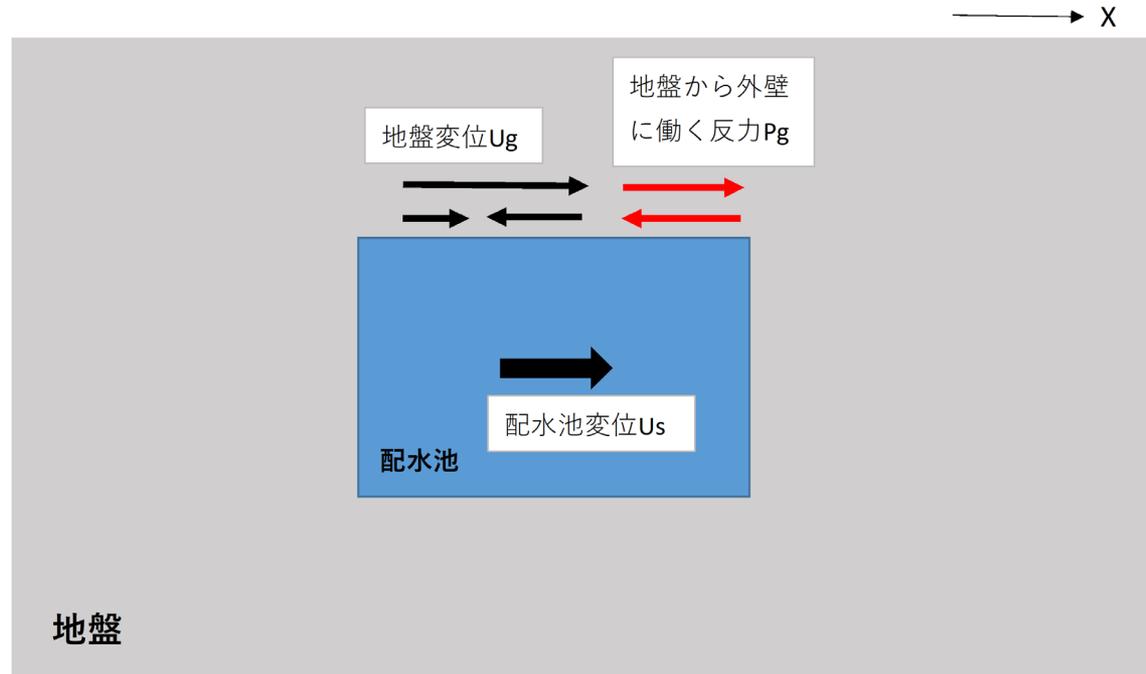


この二次元フレーム・ばねモデルは、静的線形解析に適用する。ただし、地盤剛性のひずみ依存性を考慮した地盤ばねを採用し、剛体変位が動的解析時より大きいことが確認されれば動的解析に適用することは可能である。

図一七 静的線形解析 二次元フレーム・ばねモデル



図一 8 動的解析 二次元地盤・構造連成モデル



地盤からの反力  $P_g$   
 地盤変位 < 配水池変位  $P_g$  : 負  
 地盤変位 > 配水池変位  $P_g$  : 正  
 地盤変位 = 配水池変位  $P_g = 0$

$P_g$  : 負のとき側壁のせん断変形を抑制 :  
 見かけのせん断剛性大  
 $P_g$  : 正のとき側壁のせん断変形を増加 :  
 見かけのせん断剛性小  
 $P_g$  : 0のとき見かけのせん断剛性変わらず

平面図

図一 9 動的解析 外壁に働く地盤反力

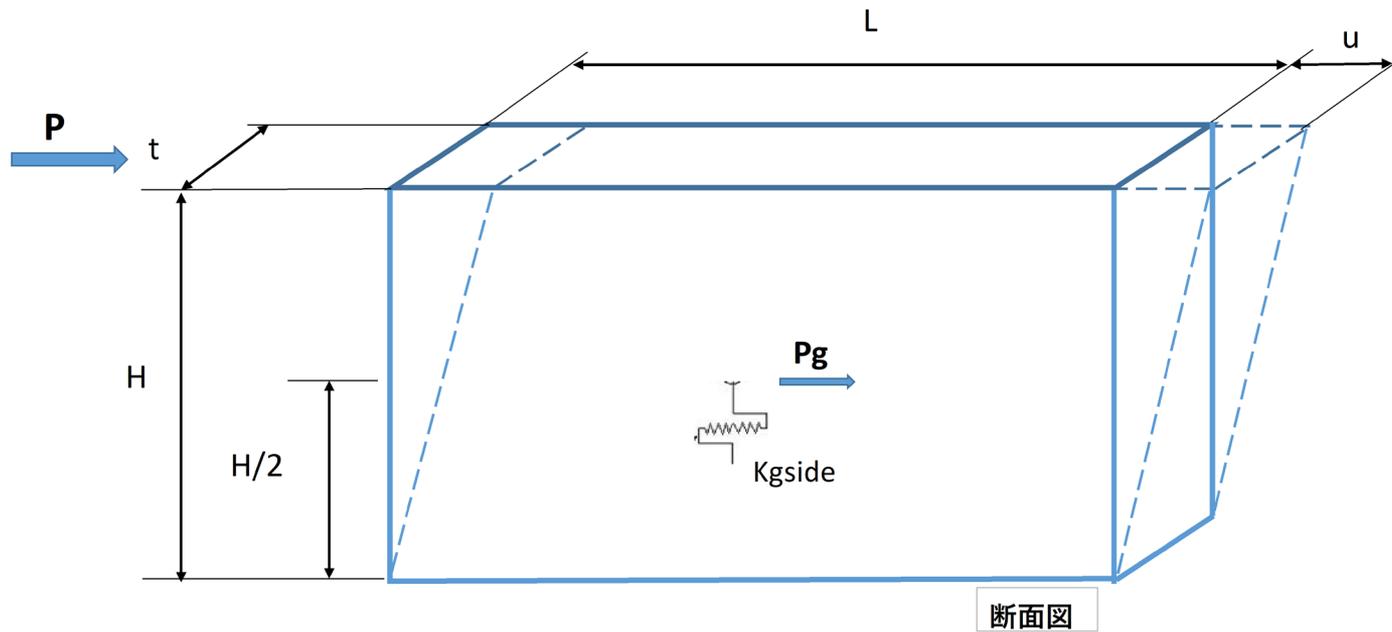


図-10 動的解析 外壁のせん断変形と荷重

L 壁の長さ（地盤に接する部分ここでは全長接する）  
 H 壁の高さ（地盤に接する部分ここでは全高接する）  
 t 壁の厚さ  
 G 壁のせん断弾性係数  
 A 壁の面積  $A=L \times H$   
 As 壁の断面積  $As=t \times L$   
 u 壁のせん断変位  
 $\gamma$  壁のせん断ひずみ  $\gamma=u/H$   
 P 壁の分担荷重  
 Pg 地盤反力  
 $\tau$  せん断応力度

$$\tau = (P+Pg) / As = (P+Pg) / (t \times L) = G \times \gamma$$

P+Pg 荷重

$$P+Pg = \tau \times As = \tau \times t \times L = G \times \gamma \times t \times L$$

$$= G \times (u/H) \times t \times L$$

Ks 地盤反力係数

Kgside 地盤のせん断ばね

$$Kgside = ks \times A = ks \times L \times H$$

Pg 地盤反力（壁中央、変位u/2）

$$Pg = Kgside \times (u/2) = ks \times A \times (u/2)$$

$$= ks \times L \times H \times (u/2)$$

$$P = P+Pg - Pg = (G/H \times t - ks \times H/2) \times L \times u$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$H = 4 \text{ m}$$

$$t = 0.3 \text{ m}$$

$$G = 10,416,667 \text{ KN/m}^2$$

$$P+Pg = G \times (u/H) \times t \times L$$

$$= 3,906,250u \text{ KN}$$

$$ks = 7,381 \text{ KN/m}^3$$

$$Pg = ks \times L \times H \times (u/2)$$

$$= 73,810u \text{ KN}$$

$$P = 3,832,440$$

$$Pg/P = 0.0193 \quad Pg = 0.0193P$$

壁に作用する荷重Pと地盤反力Pgの比（壁の変位より地盤の変位が大きい場合）

壁の長さ	壁の高さ	壁の厚さ	せん断弾性係数	せん断変位	せん断応力度	荷重
L	H	t	G	u	$\tau$	P+Pg
m	m	m	KN/m <sup>2</sup>	m	KN/m <sup>2</sup>	KN
5	4	0.3	10,416,667	1.0	2,604,167	3,906,250

地盤反力係数	地盤せん断ばね	地盤反力	荷重	荷重比
Ks	Kgside	Pg	P	Pg / P
KN/m <sup>3</sup>	KN/m	KN	KN	
7381	147620	73810	3,832,440	0.0193

入力項目

u：単位変位（1.0） P+Pg：単位せん断変位を生じる荷重

Pg：壁中央（せん断変位u/2）の地盤反力

壁の長さLと高さHは地盤に接する部分。ここでは全面が地盤に接する

図一 1 1 動的解析 地盤反力と外壁の荷重の比の計算

## 配水池の二次元地盤・構造（フレームモデル）連成モデルの三次元効果（動的解析）

静的解析のときは、構造の剛体変位を考慮した三次元効果ばね（支点分布せん断ばね）を採用した（図-7 静的解析二次元フレーム・ばねモデル）。しかし、動的解析のときは構造の剛体変位は時刻とともに変化する。すなわち、ばねの値も時刻とともに変化する、時刻ごとにばね値を計算するのは煩雑である。

そこで、二次元の地盤・構造（フレーム要素）連成モデルを用いた動的解析に三次元効果ばねを適用するときは以下のようにする。

三次元効果を取り入れる側壁や隔壁等は底版と頂版に直接結合している。したがって、側壁や隔壁等の三次元効果を表すせん断ばねは構造のフレーム要素の頂版部と底版部に接合して用いる。このとき、このせん断ばねは、構造に関するもの、すなわち、側壁等と頂版の合成せん断ばね $K$ である（図-8 動的解析 二次元地盤・構造連成モデル）。

せん断ばねを二次元フレーム要素の頂版部と底版部にセットするとき、計算ソフトによっては分布ばねとしてセットすることができない場合がある。そのときは、二次元フレーム要素の頂版部と底版部の接点に接続する集中せん断ばねとしてセットする。このとき、実際に近い分布ばねに近づけるため、できるだけ頂版部と底版部の節点を多くして、集中せん断ばねを分割してセットするのがよい。集中せん断ばねの値は各節点の支配長さ×分布ばねの値として求めればよい。

地震時には配水池の水平加振方向に平行で地盤と接する外壁は、地盤との相対変位により、地盤から反力を受ける。その状態はつぎのものがある（図-9 動的解析 外壁の地盤反力）。

①配水池の水平変位より、地盤の水平変位が大きいとき。

この時は、地盤からの反力は側壁のせん断変形を増加させるように作用する。

②配水池の水平変位より、地盤の水平変位が小さいとき。

この時は、地盤からの反力は側壁のせん断変形を抑えるように作用する。

③配水池の水平変位と地盤の水平変位が等しいとき。

このとき、地盤からの反力は生じない。

④配水池の水平変位と地盤の水平変位の方向が逆向きするとき。

この時は、地盤からの反力は側壁のせん断変形を抑えるように作用する。

②と④のケースはせん断変形を抑えるように働くので、見かけ上せん断剛性が増加してばねの値が $K$ より大きくなるので、 $K$ は安全側である。

①のケースは、せん断変形を増加させるように働き、見かけ上せん断剛性が減少してばねの値が $K$ より小さくなり、危険側になる。この場合を考慮して、地盤と接する側壁のせん断弾性係数を低減させて、 $K$ にこの影響を考慮する。その方法をつぎに示す。

ここでは、側壁の全外壁面が地中にある場合を示す。

地盤と接する側壁の長さ $L$ 、高さ $H$ 、壁厚 $t$ 、せん断弾性係数 $G$ 、側壁の面積 $A=L \times H$ 、せん断変位 $u$ 、せん断ひずみ $\gamma = u/H$ とすると、壁の断面積は $A_s = t \times L$ 、せん断応力度は $\tau = G \times \gamma = G \times u/H$ である。側壁に作用する荷重を $P$ 、地盤からの反力を $P_g$ とすると、 $P + P_g = \tau \times A_s = G \times (u/H) \times t \times L$ となる。

地盤のせん断方向の地盤反力係数を $K_s$ とすると、地盤のせん断ばねは $K_{g\text{side}} = K_s \times A = K_s \times L \times H$ である。地盤の支点せん断ばねは側壁の中央に集中して作用するとする。側壁の中央部の水平方向のせん断変位は $u/2$ であるから、地盤からの反力は、 $P_g = K_{g\text{side}} \times (u/2) = K_s \times L \times H \times (u/2)$ である（図-10 側壁のせん断変位）。

例として、 $G=10,416,667\text{KN/m}^2$ （設計基準強度 $24\text{N/mm}^2$ 相当）、 $L=5\text{m}$ 、 $H=4\text{m}$ 、 $t=0.3\text{m}$ 、 $K_s=7381\text{KN/m}^3$ （ $N$ 値 $10$ 相当）のとき、 $P+P_g=3,906,250u$ 、 $P_g=73,810u$ 、 $P=3,832,440u$ 、 $P_g/P=0.019$ となる（図-11 動的解析 地盤反力と外壁の荷重の比の計算）。

この場合、地盤反力の影響は、側壁のせん断ばねに対して $2\%$ 以下の小さな値となり、地盤に接する側壁のせん断剛性を $2\%$ 程度低減させておけばよい。

なお、地盤反力 $P_g$ が地盤と外壁の間の摩擦力または粘着力を超えるとときは側壁に作用する力は摩擦力と粘着力の和になるが、ここでは、安全側にみてこの状態は考慮しない。

## 図一 1 2 動的解析への適用の説明

# まとめ

1. RC造の矩形の配水池等の耐震診断等の静的解析に用いられている、二次元フレーム・ばねモデルに、それに平行な側壁等の三次元効果を簡易なせん断ばねで近似的に取り入れる方法を示した。
2. 三次元効果を近似的に取り入れるとき、構造の剛体変位を考慮している。
3. 二次元の地盤・構造連成系モデルの動的解析に、それに平行な側壁等の三次元効果を近似的に取り入れる方法を示した。

**ご清聴ありがとうございました**



(公社) 全国上下水道コンサルタント協会  
技術報告集 (第36号)

# 運用の継続を伴う配水池更新の 実現に向けたダウンサイジング等の検討事例

日本水工設計株式会社

東京支社 水道部 設計二課

樽井 公

## 運用の継続を伴う配水池更新の 実現に向けたダウンサイジング等の検討事例

### 【発表次第】

1. はじめに
2. 更新設計
3. 配水池材質比較
4. 配水池の工夫
5. まとめ

## 運用の継続を伴う配水池更新の 実現に向けたダウンサイジング等の検討事例

### 【発表次第】

1. はじめに
2. 更新設計
3. 配水池材質比較
4. 配水池の工夫
5. まとめ

## 1. はじめに

## 【水道事業の課題】

① 人口低下により、需要水量が減少傾向

→事業体の経営状況が厳しい

② 事業体の職員数が減少傾向

→若手への技能の継承が難しい

③ 高度経済成長期に建設された施設の老朽化

→現在、補強or更新のピークを迎えている

➡ 今回は、③の課題(老朽化した配水池の更新設計)である

## 【更新設計の課題】

## ① 更新費用の抑制

→施設のダウンサイジングの検討が必要

## ② 運用の継続

→断水が不可能であるため、1池運転などが必要

## ③ 狭い敷地

→限られた敷地内で、確実な施工検討が必要

➡ 今回は、3つの課題を抱えた配水池更新設計である

## 運用の継続を伴う配水池更新の 実現に向けたダウンサイジング等の検討事例

### 【発表次第】

1. はじめに
2. 更新設計
3. 配水池材質比較
4. 配水池の工夫
5. まとめ

## 【対象施設について】

対象施設写真



2号池 800m<sup>3</sup>

1号池 1200m<sup>3</sup>

### 【基本情報】

名称：S配水池

竣工：昭和52年

容量：2000m<sup>3</sup>

構造：鉄筋コンクリート半地下

配水方法：自然流下方式

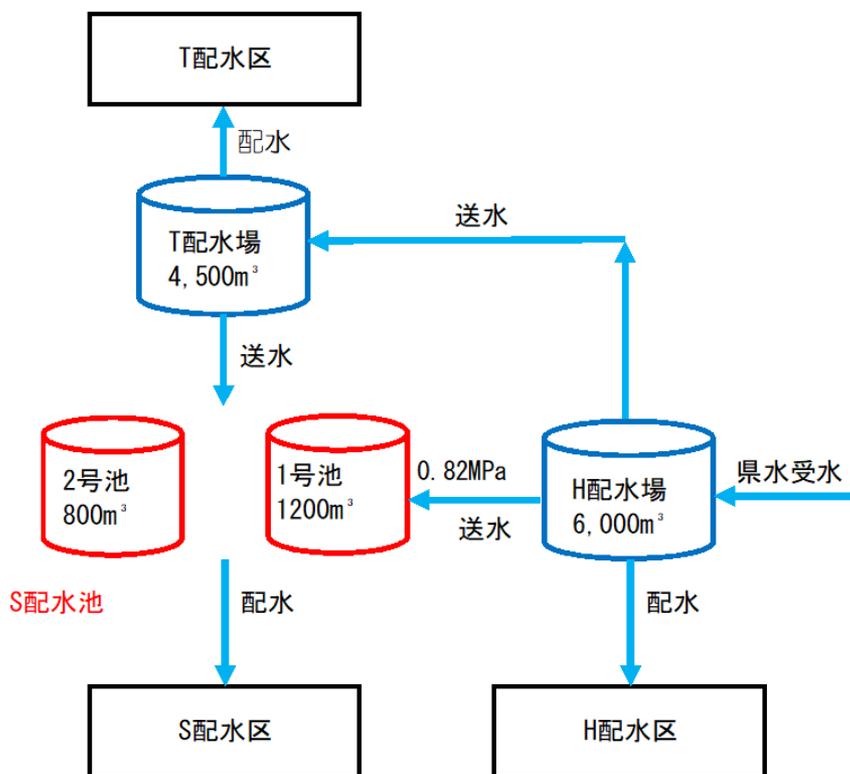
給水人口：19,712人

最大配水量：6,002m<sup>3</sup>

### 【特徴】

- ① 丘陵の頂上に位置する
- ② 敷地が狭い
- ③ 住宅地が急激に増加

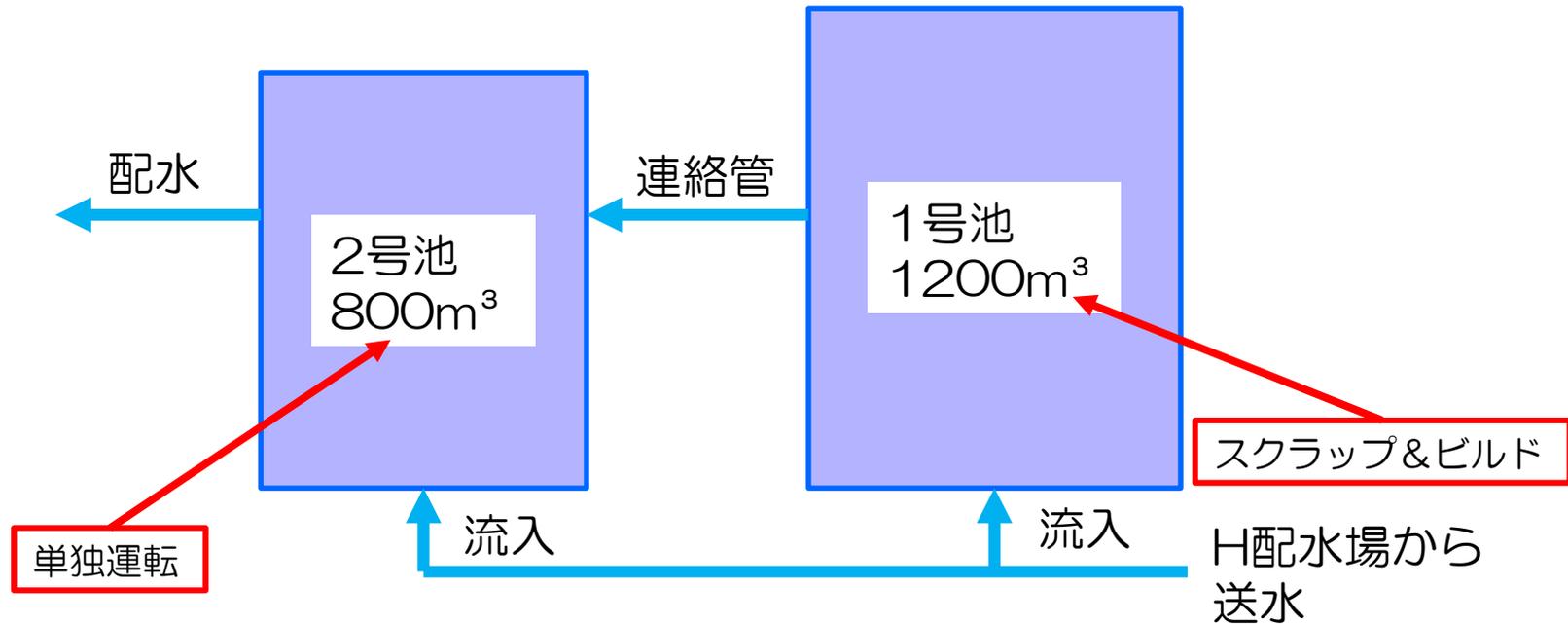
## 【S配水池の系統について】



### 【基本情報】

- S配水池は、H配水場のポンプにより送水を受ける
- T配水場もS配水池へ送水が可能である（常時は送水していない）
- S配水池は、H配水場の圧力を吸収するための役割も担っている。  
よって、S配水区へH配水場からの直配水はできない

### 【S配水池の配管系統について】

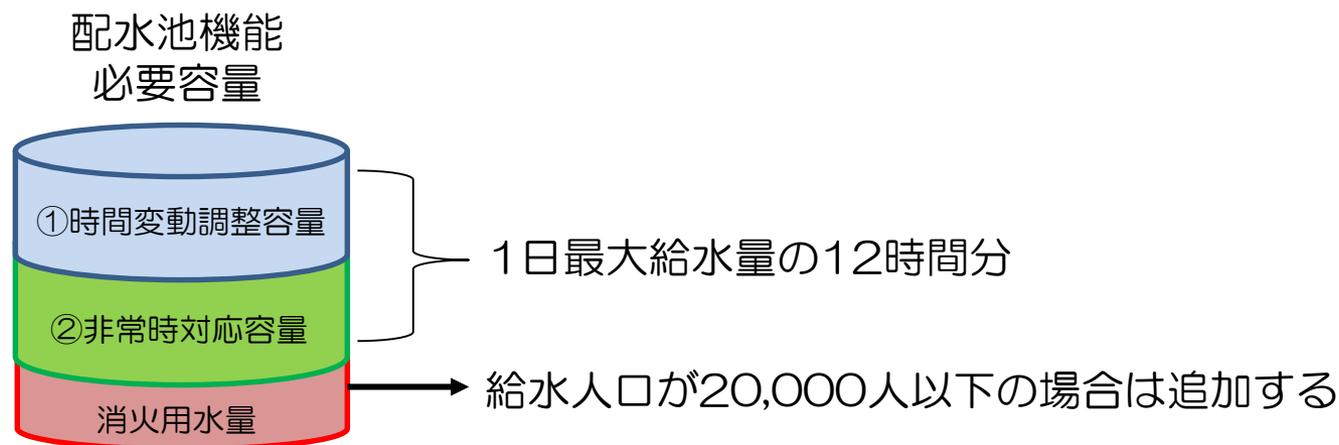


#### 【工事中の運用方法について】

- 更新工事の時は、2号池の単独運転となる
- 1号池はスクラップ&ビルドとなる

## 【配水池機能及び必要容量について】

- ◆配水池は①通常時、②非常時に必要となる機能がある
- ①時間変動調整容量…需要水量の時間変動を調整する機能
- ②非常時対応容量…地震等の災害時に応急給水ができる機能



### ◆S配水池の場合…

必要容量 =  $6,002\text{m}^3/\text{日}(\text{最大配水量}) \div 24\text{h} \times 12\text{h} + 200\text{m}^3 = \underline{\underline{3,201\text{m}^3}}$

既設容量  $2,000\text{m}^3 \leq$  必要容量  $3,201\text{m}^3$

ダウンサイジングが可能と思っていたところ、既設よりも大きい容量が必要であることが分かった…



### 【解決策】

#### 【課題の整理】

- ① 既設容量より大きい容量が必要となる
- ② 2号池単独運転、1号池スクラップ&ビルドとなるため、敷地が狭くこれ以上大きい容量の配水池を建設することは困難である



#### 【解決策】

- ・ 他の配水場からバックアップ
- S配水池に送水しているH配水場、T配水場の容量に余裕があるか確認をする

## 【S配水池に送水している施設の容量】

### ◆H配水場の必要容量

必要容量 $=5,858\text{m}^3/\text{日}$ (最大配水量) $\div 24\text{h} \times 12\text{h} + 200\text{m}^3 = 3,129\text{m}^3$

既設容量 $6,000\text{m}^3 \geq$ 必要容量 $3,129\text{m}^3$

H配水場には、「容量 $2,871\text{m}^3$ 」余裕がある…！

### ◆T配水場の必要容量

必要容量 $=3,523\text{m}^3/\text{日}$ (最大配水量) $\div 24\text{h} \times 12\text{h} + 200\text{m}^3 = 1,961\text{m}^3$

既設容量 $4,500\text{m}^3 \leq$ 必要容量 $1,961\text{m}^3$

T配水場には、「容量 $2,539\text{m}^3$ 」余裕がある…！

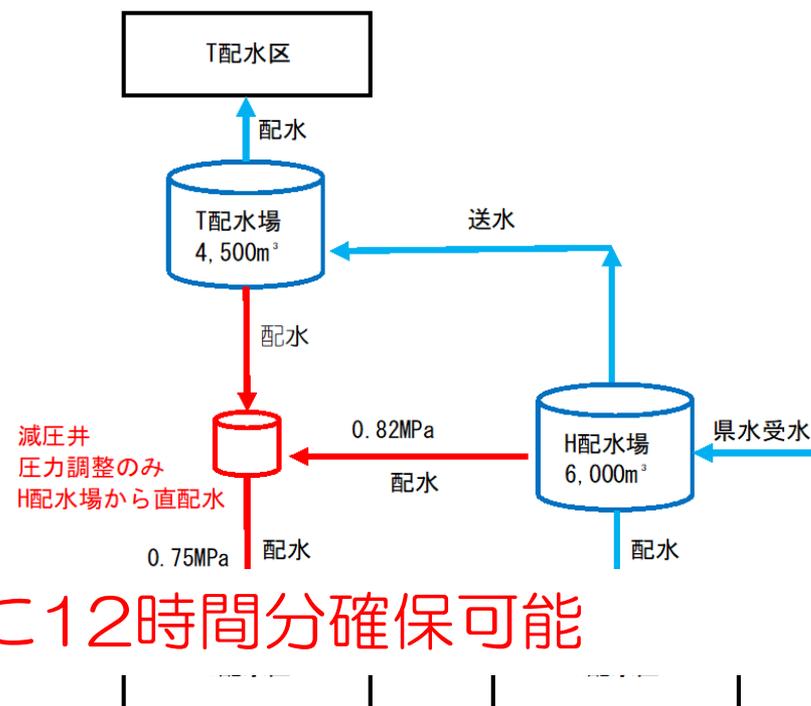
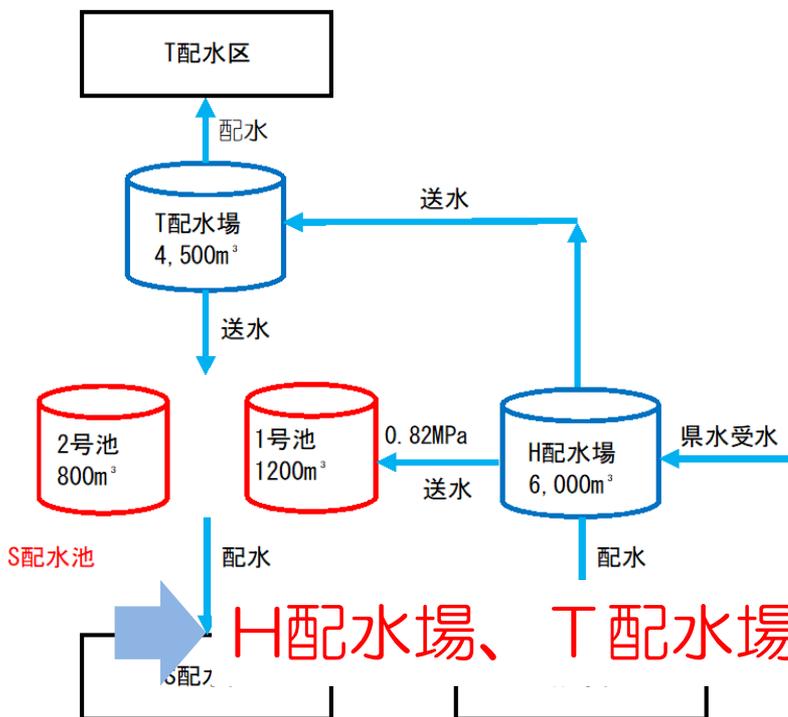
➡ 2つの配水場に負担してもらうことは可能である

➡ もしかしてS配水池いらないのでは…

【更新案について】

更新案 1 減圧井… 圧力調整を目的とした減圧井を設置する

➡ H配水場、T配水場に全負担、S配水池はなくそう  
 現在の運転状況 減圧井設置後の運転状況



H配水場、T配水場ともに12時間分確保可能

# 【更新案について】

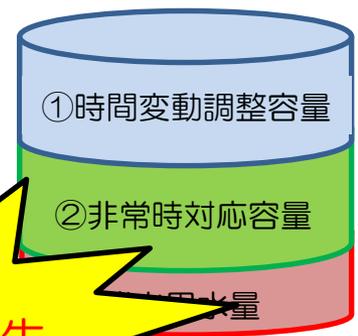
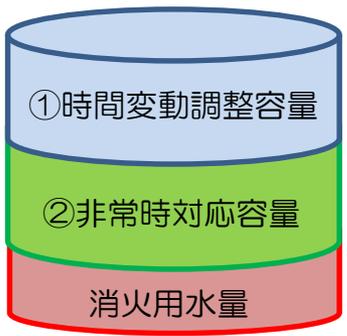
更新案2 ダウンサイジング案  
配水池容量の内、非常時対応容量を依存して既設より小さい配水池を新設する

非常時の時だけ他施設からバックアップしてもらおう

S配水池必要容量  
3,201m<sup>3</sup>

非常時対応容量  
1,379m<sup>3</sup>

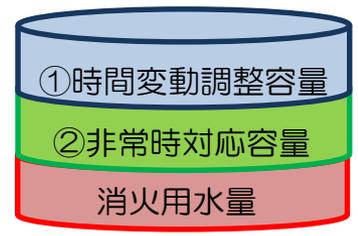
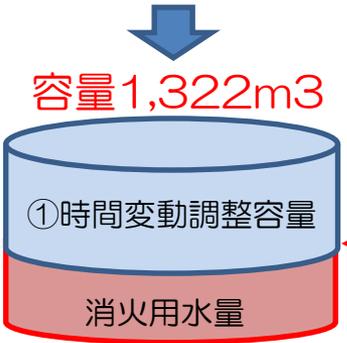
H配水場



非常事態発生

非常時対応容量  
500m<sup>3</sup>

下配水場



一定時間送水

自家発



### 【更新案の比較】

項目	更新案1 減圧井-圧力調整水槽案	更新案2 配水池-ダウンサイジング
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>減圧井容量500m<sup>3</sup></li> <li>既存のS配水区はH配水区</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1,322m<sup>3</sup>丸め)</li> <li>非常時対応容量1,379m<sup>3</sup>はH配水場に依存</li> </ul>
施工性	○	○
建設費	55.2 (百万)	114.8 (百万)
H配水場 ポンプ更新費	吐出量1,058m <sup>3</sup> /h 715.7(百万円/60年)	吐出量1,379m <sup>3</sup> /h 502.0(百万円/60年)
H配水場→S配水池 送水管更新費	φ350×L2,700m 349.9百万円×1回 =343.9 (百万円/60年)	φ500×L2,700m 502.0百万円×1回 =502.0 (百万円/60年)
計	1,114.8 (百万円) △	1,114.8 (百万円) ○
必要容量	○	○
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設費が安い</li> <li>施工が容易</li> <li>H配水場のポンプをスペックダウンできない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ、配管の更新費で評価が覆る</li> <li>ポンプをスペックダウンできる</li> <li>送水管の縮径ができない</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプの更新費が高い</li> <li>送水管の縮径ができない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設費が高い</li> </ul>
総合評価	○	○



課題である「更新費を抑える」を解決できる  
ダウンサイジング案を採用した

## 運用の継続を伴う配水池更新の 実現に向けたダウンサイジング等の検討事例

### 【発表次第】

1. はじめに
2. 更新設計
3. 配水池材質比較
4. 配水池の工夫
5. まとめ

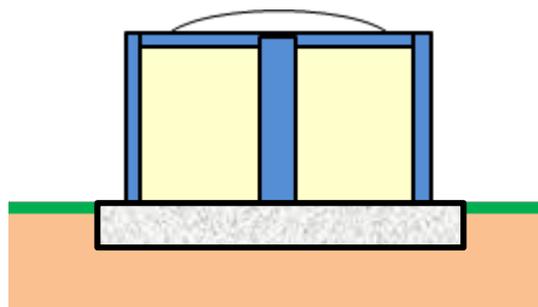
## 【配水池の材質について】

配水池の材質は、RC製、PC製、SUS製の3つに分けられる

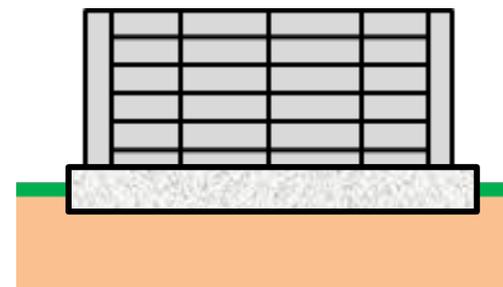
鉄筋コンクリート製  
(RC製)



プレストレスト  
コンクリート製 (PC製)



ステンレス製  
(SUS製)



## 【RC製について】

鉄筋コンクリート製  
(RC製)



### 【メリット】

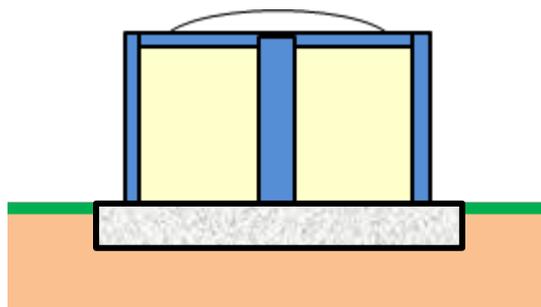
- 材料・工事費が安価
- 池状構造物等で実績が多い

### 【デメリット】

- 重量が大きいため、基礎工事の規模が増大
- 20年程度の周期で防食塗装の塗り替えが必要

## 【PC製について】

プレストレスト  
コンクリート製（PC製）



### 【メリット】

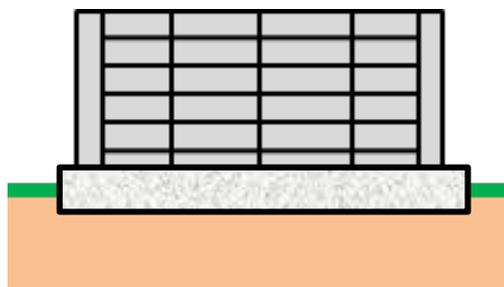
- 緊張力を与えることでひび割れが少ない
- 地上式に向いている。

### 【デメリット】

- 20年程度の周期で内外面防食塗装の塗り替えが必要
- プレストレスを作用させる工程があるため、施工の難易度が高い
- 円筒形が標準であり、今回の用地では配置が困難である

## 【SUS製について】

ステンレス製  
(SUS製)



### 【メリット】

- 重量が軽く、工期が短縮可能
- 材料の耐食性が高いことから、防食塗装が不要

### 【デメリット】

- 他構造形式と比べ材料費が高い
- 全面ステンレス溶接のため、高い施工技術も必要

### 3. 配水池材質比較

#### 【材質比較結果】

項目	RC造	PC造	SUS造
建設費	152.94 (百万円)	247.56 (百万円)	約 552.64 (百万円)
その他工事	撤去、 約 240. (百万円)	工事 約 240. (百万円)	約 240. (百万円)
防食塗装	約 60.0 (百万円) × 3回	約 70.0 (百万円) × 3回 万円/60年)	—
清掃費	—	—	約 36.00 (百万円/60年) ※鉄バクテリア補修費込
杭	—	—	—
合計	—	—	約 552.64 (百万円) ○
長所	・建設費が安価 ・実績が多	—	・維持管理費が掛からない ・工期が短い ・ <u>人力主体で工事が可能</u>
短所	・維持管理費が高い ・重量が重い ・工期が長い	・工期が長い	・建設費が高い ・清掃時に鉄バクテリア対策の補修費が掛かる。
総合評価	材料費・工事費は安価であるが、SUSパネルと比べ工期、維持管理（ライフサイクルコスト）で劣るため不採用とする。 △	材料費・工事費が高価であり、SUSパネルと比べ工期、維持管理（ライフサイクルコスト）でも劣るため不採用とする。 △	他構造物と比べ材料費が高価であるが、工期が短く、防食塗装が不要であることから維持管理性が優れているため、本案を採用とする。 ○

建設費はRCが優位

SUSは清掃が多く、場合によっては補修が必要となる。

ライフサイクルコストではSUSが優位

SUSは人力主体で狭い場所でも施工可能

SUSは塗装がない

課題である「敷地が狭い」「更新費を抑えたい」を解決できるステンレスタンク（SUS製）を採用した

## 運用の継続を伴う配水池更新の 実現に向けたダウンサイジング等の検討事例

### 【発表次第】

1. はじめに
2. 更新設計
3. 配水池材質比較
4. 配水池の工夫
5. まとめ

# 【SUS配水池の耐震性について】

ステンレス製タンクは歴史が浅い発展途上の材質であり、近年様々な問題とその改善策が検討されている

被害例

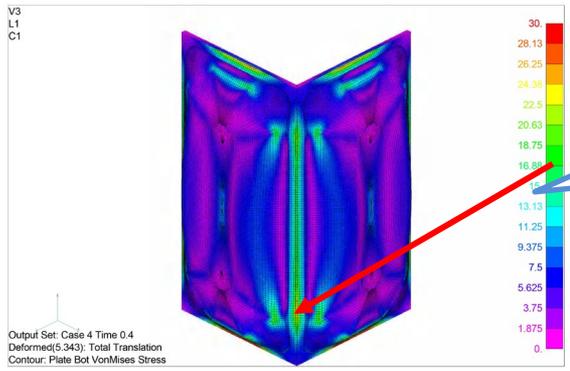


対策案

東日本大震災時、壁角に損傷が発生！



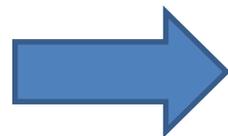
FEM解析より、90度直角コーナーでは中央に応力が集中してしまう



## 【反射防止について】

対象施設には周辺に住宅地があることから、反射防止として防眩加工を採用した

加工無



加工有



## 【参考】

本業務では周辺の住民の方に説明するために、ドローンによる撮影を行い、CG図を作成した

ドローン撮影様新設



現況CG写真



➡ 周辺住民、市役所の方に高評価イメージの共有を可能とした

## 運用の継続を伴う配水池更新の 実現に向けたダウンサイジング等の検討事例

### 【発表次第】

1. はじめに
2. 更新設計
3. 配水池材質比較
4. 配水池の工夫
5. まとめ

## 5. まとめ

### ◆得た知見

- 委託条件ではダウンサイジング不可であったが、水道システムを包括的に考慮してダウンサイジングを実現できた。

### ◆今後の展開

- **ドローンや3次元モデル**を今後の調査で積極的に活用。
- **コロナ渦で配水量に増加傾向**があるので、**需要水量の見直し**といったことが今後増える可能性がある。見直しを行った結果今回と同じように**必要容量に対して、既設の容量で満たせない**というケースがありうる。そうなった場合に今回の検討を生かせる。

### ◆業務の感想

- S配水池の施工方法、H浄水場とT配水場の運用方法、運転管理方法等を見直し等、**市のご協力を得て配水池の機能を一部依存しダウンサイジングをする**という結果を得ることができた。



(公社) 全国上下水道コンサルタント協会  
技術報告集 (第36号)

「運用の継続を伴う配水池更新の実現に向けたダウンサイジング等の検討事例」

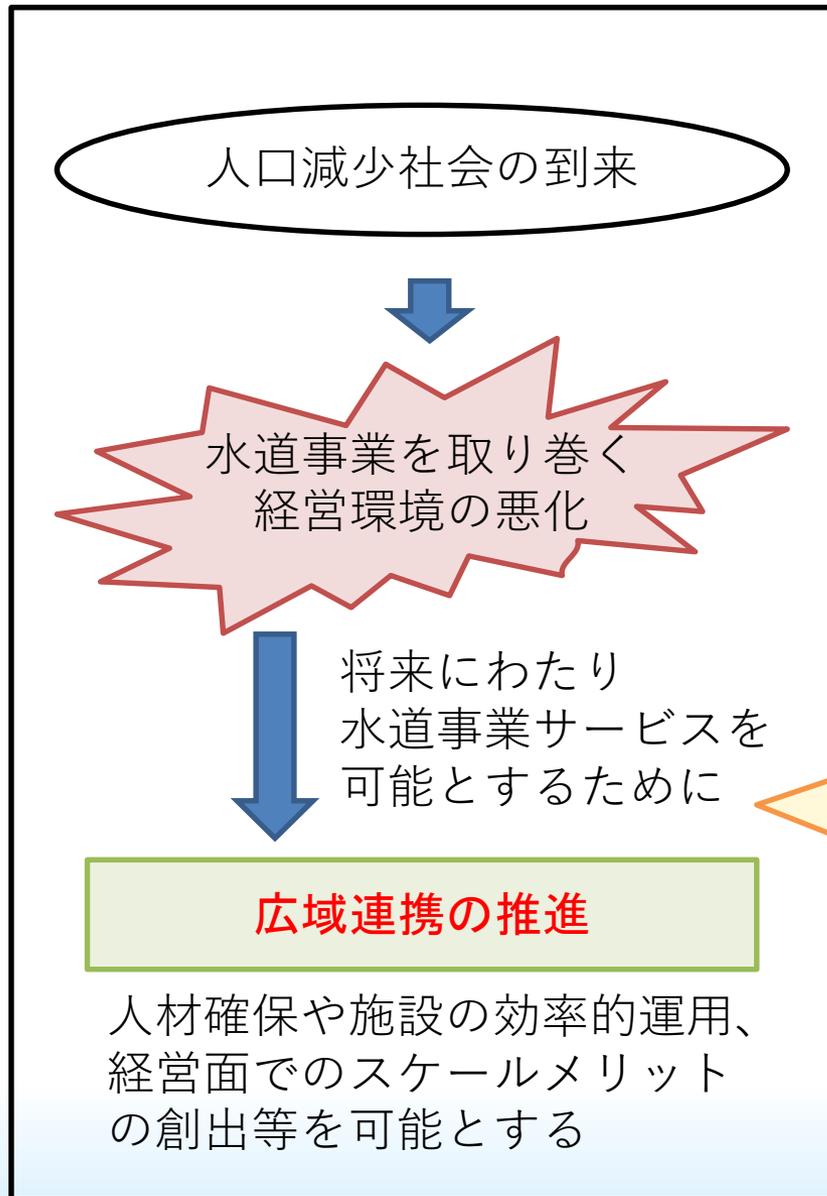
ご清聴ありがとうございました。

水道基盤強化計画策定に向けた  
複数の水道事業者における水道施設の最適配置計画の検討事例

株式会社NJS 西山 優輔

- 1 はじめに
- 2 検討手順及び検討対象浄水場の課題・評価
- 3 最適配置案の検討
- 4 効果の試算、現状維持案との比較
- 5 検討結果
- 6 今後の課題・検討における留意点
- 7 考えられる広域化の形態例

# 1. はじめに



水道事業の広域化は、事業運営基盤の強化策として期待されており、様々な形態・施策がある。

## 【広域化に関する施策】

- ・事業統合、経営の一体化
- ・管理の一体化
- ・**施設の統廃合**

⇒複数事業体における施設の統廃合は、特に、基幹浄水場が統合可能なケースにおいて広域化の効果は最大化され、建設費や維持管理費をはじめとした**コスト削減、管理水準の高度化、事業体間の連携強化**等に大きく貢献。

このような背景から長野県の一地域を対象として水道施設の最適配置を検討し、その効果を試算したものである。水道基盤強化計画の策定において、施設統合の立案から評価までを行う手順の一例として報告する。

## 2. 検討手順及び検討対象浄水場の課題・評価

### ● 検討手順（概略）

- ① 現況把握、諸元整理、地理的条件、位置関係
- ② 対象施設の課題抽出（経年化、稼働率、維持管理費、人員等）
- ③ 最適配置計画案の検討
- ④ 効果の試算（建設費、維持管理費等）、現状維持案との比較
- ⑤ 財政シミュレーション

### ● 検討期間

最適配置計画の効果試算の対象期間は約50年間とする

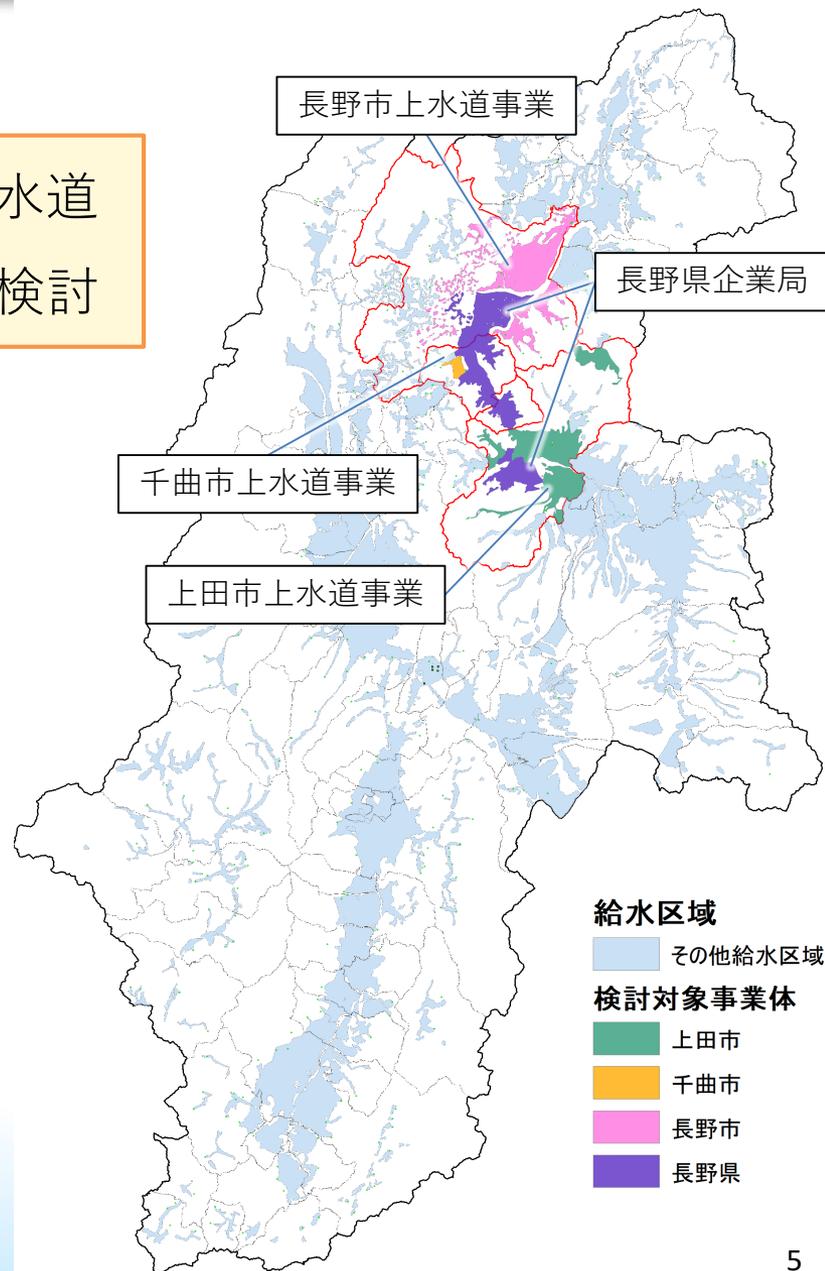
※ 「水道基盤強化計画」作成の手引きでは計画期間15年以上とされているが、長期間の投資や維持管理面での効果を確認するため2070年まで試算する。

## 2. 検討手順及び検討対象浄水場の課題・評価

### ● 検討対象とした水道事業体

長野県企業局の給水区域に近接する県内4水道事業を対象に、水道施設の最適配置計画を検討

- ① 長野県企業局 (上水道)  
(上田管理事務所・川中島管理事務所)
- ② 長野市上水道事業 (上水道)
- ③ 千曲市上水道事業 (上水道)
- ④ 上田市上水道事業 (上水道)



## 2. 検討手順及び検討対象浄水場の課題・評価

### ● 水道事業体の概況

	長野市	千曲市	上田市	長野県企業局
計画給水人口（人）	273,000	10,820	135,000	200,700
現在給水人口（人）	269,358	6,816	134,020	186,868
一日平均給水量（m <sup>3</sup> /日）	90,703	2,180	46,795	59,197
一日最大給水量（m <sup>3</sup> /日）	99,244	2,399	51,939	67,630
一日有収水量（m <sup>3</sup> /日）	77,668	1,818	39,324	52,759
配水能力（m <sup>3</sup> /日）	165,039	5,388	84,018	100,000
職員数（人）	111	3	47	50

# 2. 検討手順及び検討対象浄水場の課題・評価

## ● 検討対象とした主な水道施設

なつめがはら

### 夏目ヶ原浄水場

浄水能力：50,000m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：26,777m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 440.34  
 L.W.L = 435.34

よつや

### 四ツ屋浄水場

浄水能力：52,000m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：36,900m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 366.5  
 L.W.L = 362.5

規模の大きい四ツ屋浄水場と  
 諏訪形浄水場をつなぐ送水幹  
 線（赤）が布設されており、  
 両浄水場を中心とした**施設配  
 置の最適化が期待**できる

凡例

- 往生地系
- 夏目ヶ原系
- 犀川系
- 川合新田系
- 四ツ谷系
- 八幡系
- 諏訪形系
- 染屋系

やわた

### 八幡浄水場

浄水能力：1,100m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：1,040m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 542.00  
 (ELをHWLと仮定)

すわがた

### 諏訪形浄水場

浄水能力：48,000m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：40,300m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 454.13  
 L.W.L = 453.73

おうじょうじ

### 往生地浄水場

浄水能力：4,317m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：4,317m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 469.88  
 L.W.L = 466.25

かわいしんでん

### 川合新田水源

浄水能力：24,000m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：24,420m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 351.50  
 L.W.L = 349.00

さいかわ

### 犀川浄水場

浄水能力：60,887m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：35,160m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 356.45  
 L.W.L = 350.25

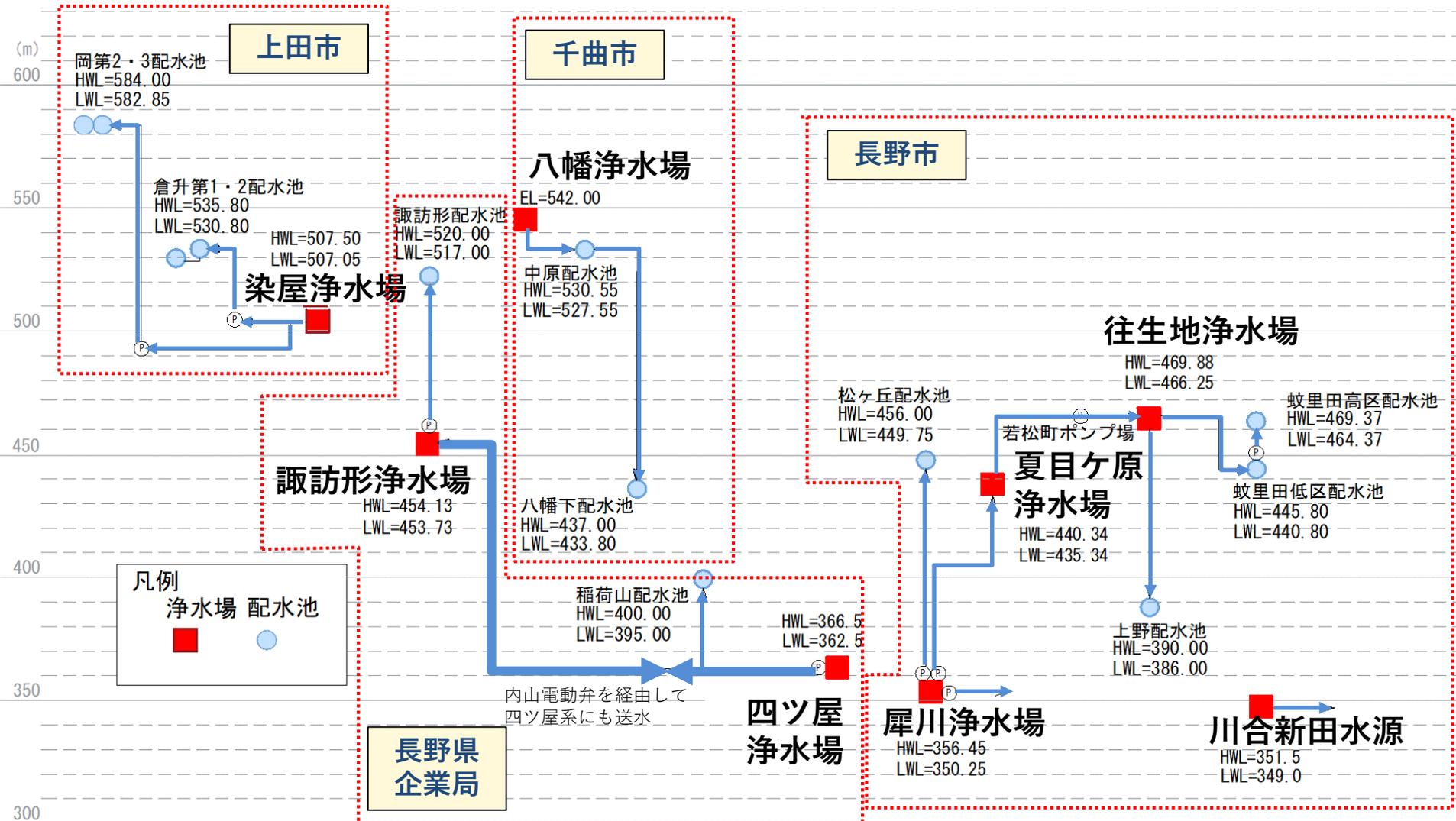
そめや

### 染屋浄水場

浄水能力：46,800m<sup>3</sup>/d  
 浄水量：35,200m<sup>3</sup>/d  
 H.W.L = 507.50  
 L.W.L = 507.05

# 2. 検討手順及び検討対象浄水場の課題・評価

## ● 施設の位置関係 (水位高低)



# 2. 検討手順及び検討対象浄水場の課題・評価

## ● 各浄水場の課題・評価

事業者	施設名称	施設能力 (m <sup>3</sup> /日)	竣工年度	施設稼働率(%)	課題・評価
長野県企業局	四ツ谷浄水場 (紫外線照射)	52,000	1999	73.8	・ 水質面で長期的な検討課題あり
	諏訪形浄水場 (急速ろ過)	48,000	1964	84.0	・ 今後10～20年以内に更新時期到来 ・ 水質面で長期的な検討課題あり
長野市	夏目ヶ原浄水場 (急速ろ過)	50,000	1972	53.6	・ 配水池の耐震化が必要・導水管の更新が必要 ・ 維持管理コストが低い
	往生地浄水場 (緩速ろ過)	4,317	1915	100.0	・ 更新時期を大幅に超過 ・ 配水池の耐震化が必要 ・ 維持管理コストが低い
	犀川浄水場 (急速ろ過、塩素滅菌)	60,887	2000	57.7	・ 現状で稼働率50%程度 ・ ダムの安定取水に懸念
	川合新田水源 (塩素滅菌)	24,000	2011	110.1	・ 水質、水量ともに良好 ・ 維持管理コストが低い
上田市	染屋浄水場 (緩速ろ過)	46,800	1960	75.2	・ 今後10～20年以内に更新時期到来
千曲市	八幡浄水場 (緩速ろ過)	1,110	1976	93.7	・ 高濁度対策 ・ 維持管理コストが低い

# 3. 最適配置計画案の検討

## ●最適配置検討の基本方針

### ① 高低差を利用した浄水場の配置と運用（4事業全体として）

千曲川上流に位置する染屋浄水場、諏訪形浄水場を最大限に活用し、4事業全体の水運用の安定性を高めるとともに常時の動力費を抑制。

### ② 稼働率の改善

浄水場の統廃合や水運用の効率化を検討し、水需要の減少に伴う浄水場の稼働率の更なる低下の抑制を図る。ただし、浄水場の更新期間の能力低下等も考慮し、継続利用する浄水場の能力を設定。

### ③ 経年化が進む浄水場の統廃合

法定耐用年数を超過した浄水場や短中期に更新時期を迎える浄水場の統廃合による建設投資額の抑制、施設管理の効率化。

※ 本来は、浄水場統廃合にともなう水源の付け替え（転用）、既存浄水場の処理状況、更新用地の有無等も考慮して総合的な検討が必要であるが、本検討においては、事業統合を条件としていないことから、水源の整理等は考慮していない。また、全ての既存浄水場の浄水処理・運転に問題がないことを前提としている。

# 3. 最適配置計画案の検討

## 課題解決の方向性

### 夏目ヶ原浄水場

50年が経過した浄水場であり浄水処理の**廃止を検討**。地形から配水池は継続利用が必要であり適正規模に更新する。

### 四ツ屋浄水場

比較的新しい浄水場であり、現在の浄水能力を維持する。2箇所の浄水場を統合する犀川浄水場へのバックアップ方法（連絡管）を検討。

### 八幡浄水場

直営職員1名による管理であり、職員の負担が大きいため、更新時期を迎えた時点で浄水場の**廃止を検討**。企業局からの給水を増加するため、経営面の影響に留意が必要。

### 凡例

- 往生地系
- 夏目ヶ原系
- 犀川系
- 川合新田系
- 四ツ谷系
- 八幡系
- 諏訪形系
- 染屋系

施設維持管理の効率化を検討

自然流下による送水範囲拡大を検討

### 諏訪形浄水場

高標高に位置し自然流下での送水範囲の拡大を検討する。広範囲のバックアップを担う施設になりうるため、更新時の浄水能力は現状維持を基本とする。

### 往生地浄水場

105年が経過した浄水場であり浄水処理の**廃止を検討**。地形から配水池は継続利用が必要であり適正規模に更新する。

### 川合新田水源

施設が新しく水質も良好であり能力を最大限に活用する

### 犀川浄水場

浄水能力に余裕があり、往生地、夏目ヶ原浄水場を実質統合する。浄水場停止のリスクも増加するため、バックアップ方法の検討や将来施設能力の検討が必要である。

### 染屋浄水場

浄水場更新が計画されており、更新期間中は浄水量の増加は難しいため、更新完了後、給水量の動向に留意しながら、上田市内の企業局給水区域への給水を検討する。

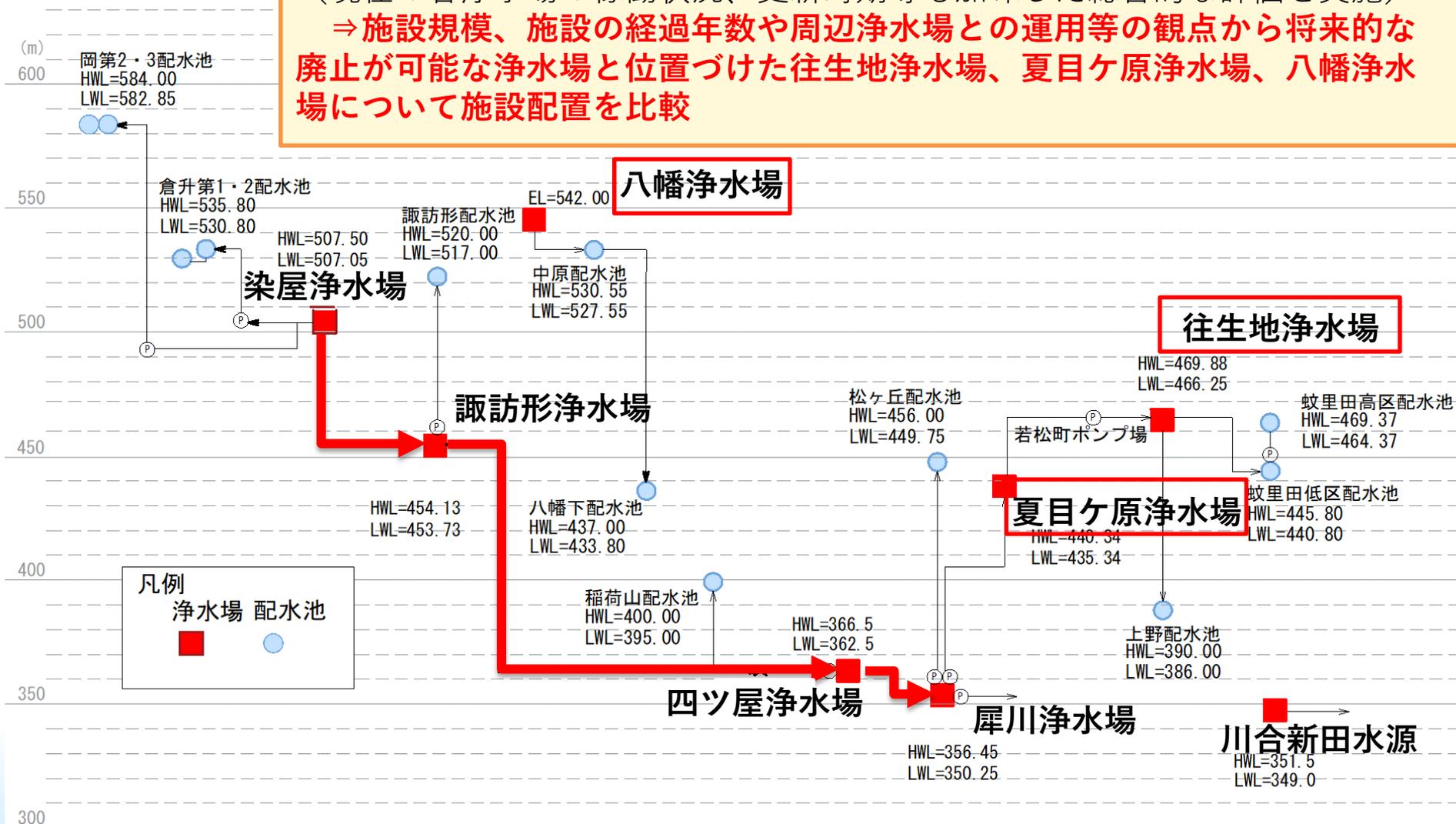
施設維持管理の効率化を検討

# 3. 最適配置計画案の検討

○千曲川上流に位置する標高の高い施設（染屋浄水場、諏訪形浄水場）の稼働率を高める方策を検討

（現在の各浄水場の稼働状況、更新時期等も加味した総合的な評価を実施）

⇒施設規模、施設の経過年数や周辺浄水場との運用等の観点から将来的な廃止が可能な浄水場と位置づけた往生地浄水場、夏目ヶ原浄水場、八幡浄水場について施設配置を比較



# 3. 最適配置計画案の検討

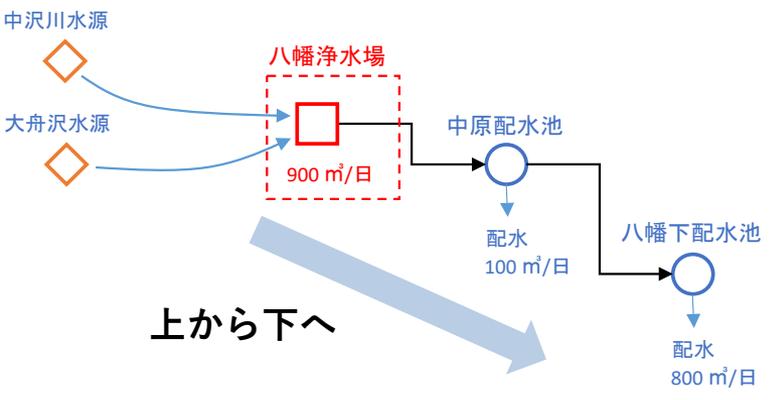
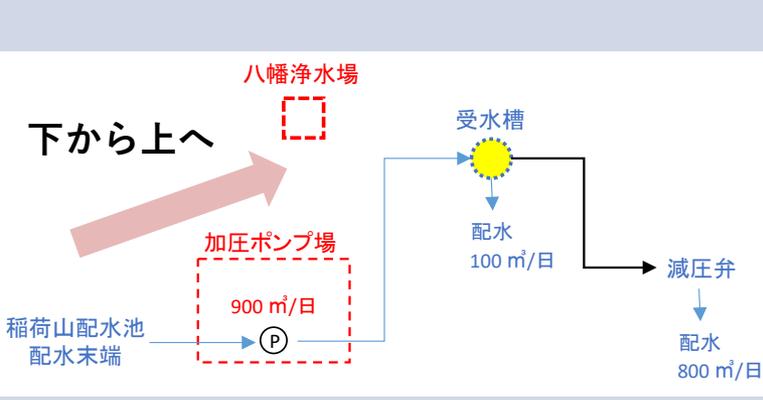
## ●最適配置の比較（往生地浄水場・夏目ヶ原浄水場）

検討ケース	①現状維持案	②現状課題等を考慮した施設配置										
<p>施設配置</p> <table border="1"> <tr> <td>◇</td> <td>水源</td> </tr> <tr> <td>□</td> <td>浄水場(継続)</td> </tr> <tr> <td>□</td> <td>浄水場(廃止)</td> </tr> <tr> <td>○</td> <td>配水池</td> </tr> <tr> <td>Ⓟ</td> <td>ポンプ</td> </tr> </table>	◇	水源	□	浄水場(継続)	□	浄水場(廃止)	○	配水池	Ⓟ	ポンプ		
◇	水源											
□	浄水場(継続)											
□	浄水場(廃止)											
○	配水池											
Ⓟ	ポンプ											
<p>特徴・課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>維持管理対象となる施設数が多い</li> <li>往生地、夏目ヶ原は経年化、犀川は新しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>夏目ヶ原の廃止条件として、四ツ屋からの送水が必要となる</li> </ul>										
<p>建設費用</p>	<p>約208億円 (50年間)</p>	<p>約119億円 (50年間)</p>										
<p>維持管理費用</p>	<p>約133億円 (50年間)</p>	<p>約152億円 (50年間)</p>										
<p>評価</p>	<p>現状の施設配置であり、運用上の問題はないが、経済性では比較案の中で最も不利な案となる。</p>	<p>建設費用が低く、往生地浄水場、夏目ヶ原浄水場の更新時期が近付いていること等を踏まえると実現性が高い。</p>										



# 3. 最適配置計画案の検討

## ● 最適配置の比較（八幡浄水場）

検討ケース	① 現状維持案 (高低差を利用した施設配置)	② 現状課題等を考慮した施設配置										
<p>施設配置</p> <table border="1"> <tr><td>◇</td><td>水源</td></tr> <tr><td>□</td><td>浄水場(継続)</td></tr> <tr><td>□</td><td>浄水場(廃止)</td></tr> <tr><td>○</td><td>配水池</td></tr> <tr><td>Ⓟ</td><td>ポンプ</td></tr> </table>	◇	水源	□	浄水場(継続)	□	浄水場(廃止)	○	配水池	Ⓟ	ポンプ		
◇	水源											
□	浄水場(継続)											
□	浄水場(廃止)											
○	配水池											
Ⓟ	ポンプ											
特徴・課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状と同じ運用であり大きな問題はない</li> <li>・ 八幡浄水場は運転コストも安価である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポンプ場が設置可能な場所の検討必要</li> <li>・ 送水管、追加塩素設備等の設置</li> </ul>										
建設費用	約15.9億円（50年間）	約6.4億円（50年間）										
維持管理費用	約5.4億円（50年間）	約3.4億円（50年間）										
評価	<p>現状で大きな問題はないが、配水の規模に対して施設更新の費用が過大である。</p> <p style="text-align: center;">△</p>	<p>浄水場や水源の管理が不要となり、建設費用、維持管理費ともに安価である。</p> <p style="text-align: center;">◎</p>										

# 3. 最適配置計画案の検討

## ● 整備概要 (50年間)

### 夏目ヶ原浄水場

浄水処理廃止  
配水池は継続利用  
H.W.L = 440.34  
L.W.L = 435.34

### 四ツ屋浄水場

継続利用  
H.W.L = 366.5  
L.W.L = 362.5

#### 凡例

- 往生地系
- 夏目ヶ原系
- 犀川系
- 川合新田系
- 四ツ谷系
- 八幡系
- 諏訪形系
- 染屋系

### 八幡浄水場

浄水場廃止  
系統の配水池も廃止  
EL = 542.00  
(ELをHWLと仮定)

### 諏訪形浄水場

継続利用 (更新)  
H.W.L = 454.13  
L.W.L = 453.73

### 往生地浄水場

浄水処理廃止  
配水池は継続利用  
H.W.L = 469.88  
L.W.L = 466.25

### 川合新田水源

継続利用  
H.W.L = 351.50  
L.W.L = 349.00

### 犀川浄水場

継続利用  
ダウンサイジング検討  
H.W.L = 356.45  
L.W.L = 350.25

### 染屋浄水場

継続利用 (更新)  
H.W.L = 507.50  
L.W.L = 507.05

連絡管整備  
Φ400×3.3km

企業局の配水系統に振替  
(加圧設備を設置)

融通量増加  
(内川電動弁)

連絡管整備  
Φ300×3km

上田市内は染屋系統に振替

# 4. 効果の試算、現状維持案との比較

## ●コストの定量化（建設改良費） ※配水支管整備は含まない

	現状維持案	最適配置案	効果額	備考
施設名	全ての浄水場を更新 (適正規模を検討)	今回検討した 整備内容で計上	50年間の 整備費の差額	留意事項等
往生地浄水場	5,041 百万円	1,836 百万円	△3,205 百万円	現状維持案は 導水管更新を含む
夏目ヶ原浄水場	15,234 百万円	5,454 百万円	△9,780 百万円	現状維持案は 導水管更新を含む
犀川浄水場	11,841 百万円	11,014 百万円	△827 百万円	現状維持案は、急速ろ過システムを 将来廃止（2061年以降）
川合新田水源	整備内容・金額に差がないため省略する			
八幡浄水場	1,585 百万円	671 百万円	△914 百万円	浄水場を廃止し、 企業局より受水
染屋浄水場	11,404 百万円	12,239 百万円	835 百万円	費用は増加するが 給水収益も増加する
四ツ屋浄水場	5,296 百万円	5,296 百万円	0 百万円	連絡管整備は犀川浄水場を含む が、財政上は折半とする
諏訪形浄水場	11,796 百万円	11,796 百万円	0 百万円	連絡管整備は染屋浄水場を含む が、財政上は折半とする
合 計	62,197 百万円	48,306 百万円	△13,891 百万円	

# 4. 効果の試算、現状維持案との比較

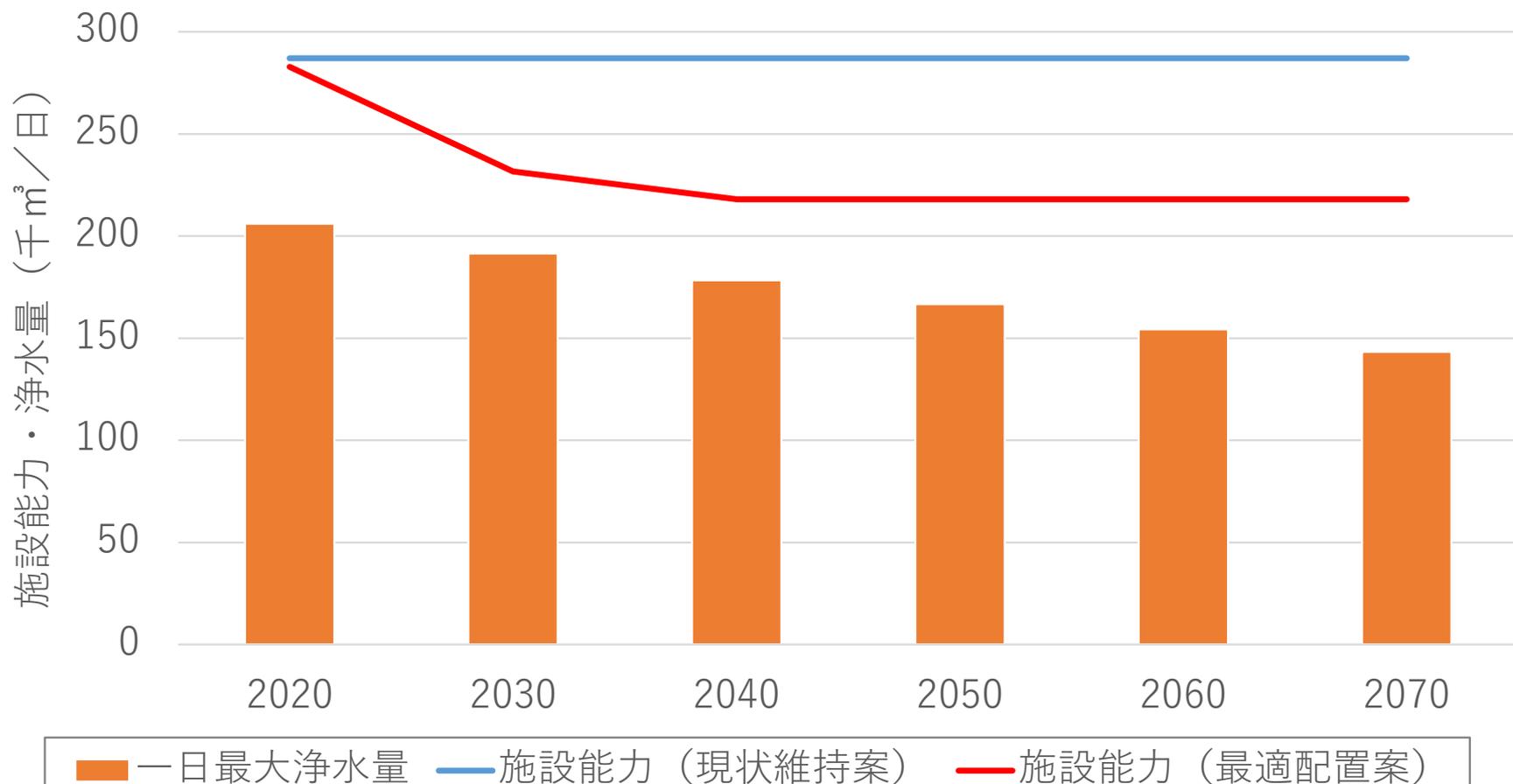
## ●コストの定量化（維持管理費） ※配水給水費は含まない

	現状維持案	最適配置案	効果額	備考
施設名	全ての浄水場を更新 (適正規模を検討)	今回検討した 整備内容で計上	50年間の 維持管理費の差額	留意事項等
往生地浄水場	1,421 千円	245 千円	△1,175 千円	
夏目ヶ原浄水場	4,775 千円	1,578 千円	△3,197 千円	
犀川浄水場	13,368 千円	14,570 千円	1,202 千円	四ツ屋浄水場から 常時送水があるものと仮定
川合新田水源	整備内容・金額に差がないため省略する			
八幡浄水場	588 百万円	237 百万円	△352 百万円	
染屋浄水場	14,514 百万円	15,025 百万円	511 百万円	浄水量増加 (上田市内への給水)
四ツ屋浄水場	16,856 百万円	17,686 百万円	831 百万円	浄水量増加 (犀川浄水場へ送水)
諏訪形浄水場	22,073 百万円	21,995 百万円	△77 百万円	内川電動弁の 融通量を増加
合 計	73,593 百万円	71,336 百万円	△2,257 百万円	

# 4. 効果の試算、現状維持案との比較

## ●稼働率の改善（最大稼働率）

○2070年の稼働率      現状維持案：50% → 最適配置案：66%



# 4. 効果の試算、現状維持案との比較

## ● 人員配置の効率化（定性評価）

### ① 浄水場の廃止による直営職員の効率的な配置

（例）八幡浄水場、夏目ヶ原浄水場、往生地浄水場

### ② 維持管理業務の共同委託等による人員配置の効率化

（例）四ツ屋浄水場、犀川浄水場、川合新田水源の共同委託

（例）諏訪形浄水場、染屋浄水場の共同委託

※人員削減を意味するものではなく、水道事業として人員を確保することを効果として示すものである。

## ● その他（エネルギー効率・非常時の水運用）（定性評価）

### ① 浄水場共同委託や共同利用による危機管理体制の強化

（例）浄水場間のバックアップ、柔軟な水運用

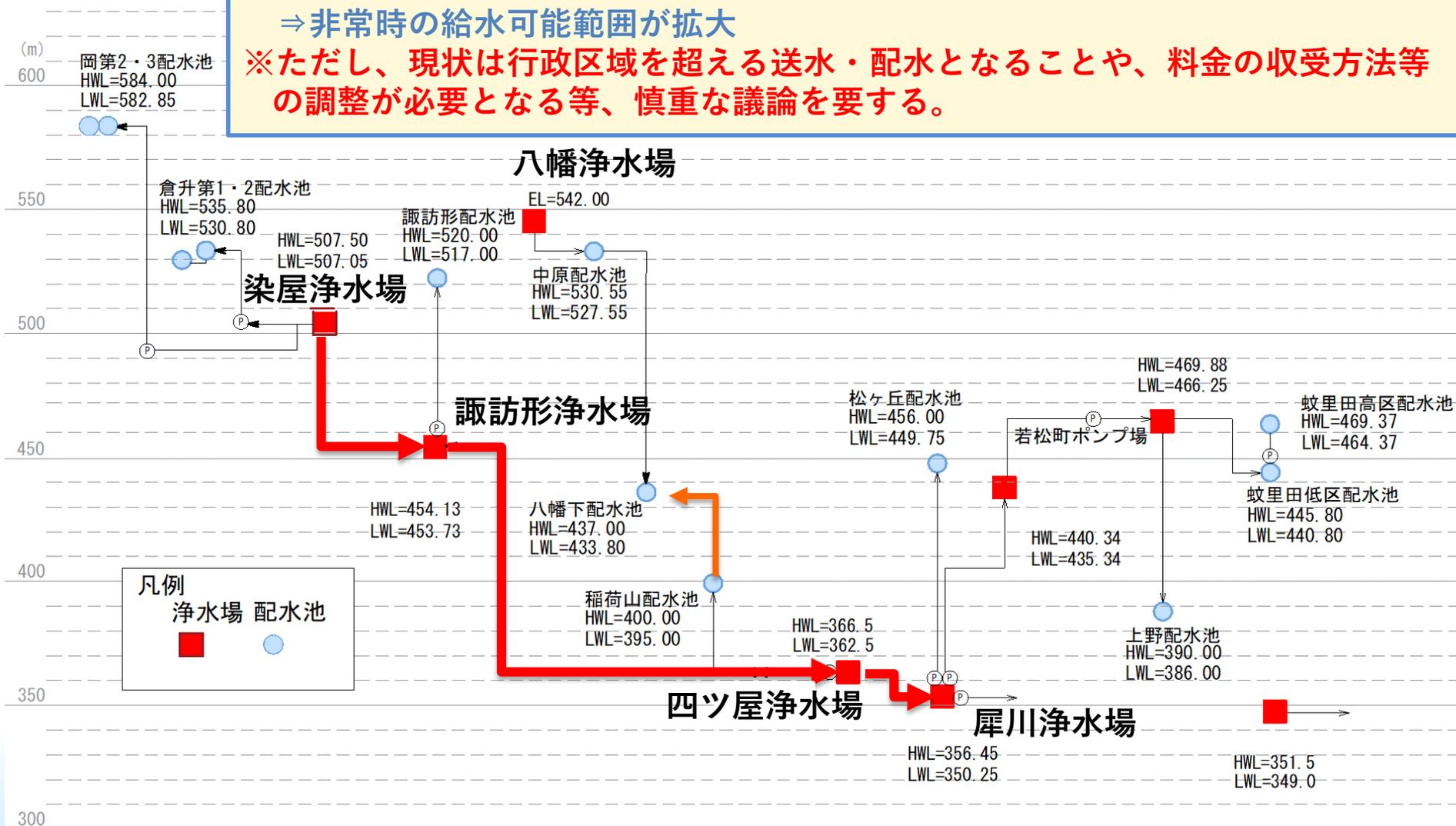
（例）自然流下範囲の拡大（※次スライドも参照）

# 4. 効果の試算、現状維持案との比較

## ● その他（エネルギー効率・非常時の水運用） 定性評価

最も標高の高い染屋浄水場から犀川浄水場までの送配水ルートが整備される  
 ⇒非常時の給水可能範囲が拡大

※ただし、現状は行政区域を超える送水・配水となることや、料金の収受方法等の調整が必要となる等、慎重な議論を要する。



# 5. 検討結果

## ① 施設最適配置による効果の試算結果

本検討で示した施設の最適配置により、将来50年間の整備事業費及び維持管理費として、現状の施設を維持した場合と比較して削減効果が得られた。

○整備事業費の削減効果：約22%（62,197百万円 ⇒ 48,306百万円）

○維持管理費の削減効果：約 3%（73,593百万円 ⇒ 71,336百万円）

## ② 施設管理の効率化

施設の最適配置により、管理する施設数が減少し維持管理が効率化される。また、諏訪形浄水場と染屋浄水場、さらには、四ツ屋浄水場、犀川浄水場、川合新田水源はそれぞれ距離が近いことから、維持管理の共同化（委託に限らず）や、遠方監視体制の共同化等によって、さらなる施設管理の効率化や、管理水準の向上等が期待できる。

## ③ 対象事業体以外の事業体との連携

将来余剰する施設能力を活用して、近隣の小規模な事業体等にも連携を広げていく可能性も考えられる。

# 6. 今後の課題・検討における留意点

## ① 送水幹線の二重化

施設の最適配置にかかわらず、基幹浄水場を接続する送水幹線の危機管理対策は最優先事項と考えられる。対策の例として、送水幹線の二重化等が考えられるが、整備には相当な費用と期間を要するため、早期の検討着手が必要である。

## ② 配水池、配水支管等も含む施設最適配置の検討

本稿は、浄水場を主とした最適配置を検討したが、各事業者の給水区域との位置関係、高低差の確認、管路施設の水理検討等により、配水池の統廃合だけでなく、バックアップ等の危機管理面も含めた連携方法を検討することが望ましい。

## ③ 広域化・広域連携の形態

本稿は、連携形態までの踏み込んだ検討は行っていない。様々な広域化の形態が考えられることから、今回のシミュレーション結果等を参考として、慎重な議論を進めていく必要がある。

# 7. 考えられる広域化の形態例

モデルケースの中で考えられる広域化の形態例を示す。これらの中間形態や事業主体を変える方式は考えられるが、基本方針は3通りで検討することで足りるものと考えられる。

さらには、従来型PFIや施設運営権設定型PFI、第三者委託方式などは次の段階の検討事項と位置づけられる。

広域化の形態例	概要
4事業体の統合方式 (水平統合方式)	長野県、長野市、千曲市及び上田市の4事業を一事業に統合するもの。 (類例：秩父広域市町村圏組合)
新規用水供給事業の設立 (上下分離方式)	取水～浄水～送水施設全てを受け持つ水道用水供給事業（一部事務組合）と配水・利用者管理のみの末端供給4事業に再編。 (類例：沖縄県企業局（水道用水供給事業）)
新規用水供給事業の設立 (既存の水道事業体が用水供給事業を開始)	現行の事業体系を可能な限り維持するもの。現状事業に、上流水源を積極活用する施設再編を行うため、上流側の上田市が新規に用水供給事業を実施し、下流3事業へ余剰能力を振りわけもの。 (類例：北九州市)

施設の最適配置により、整備事業費や維持管理費が大きく削減される結果が得られ、今後、水道基盤強化計画を策定する都道府県や水道事業者が同様の検討をする上で、本稿で示す検討手順や評価の考え方が参考になれば幸いです。

**ご清聴ありがとうございました。**

# アセットマネジメントにおける資産情報の整理手法に関する考察

コンサルティング一部  
宮元 孝一

**OEC** オリジナル設計株式会社

水・緑・環境 **VISTAQUA** 「見える化」で水事業を支援します

# 目次

1. はじめに（論文の背景、目的等）
2. Y市の固定資産台帳整理の課題
3. 解決策としてのアンマッチリスト
4. アンマッチリストによる照合結果
5. おわりに（課題、展望）

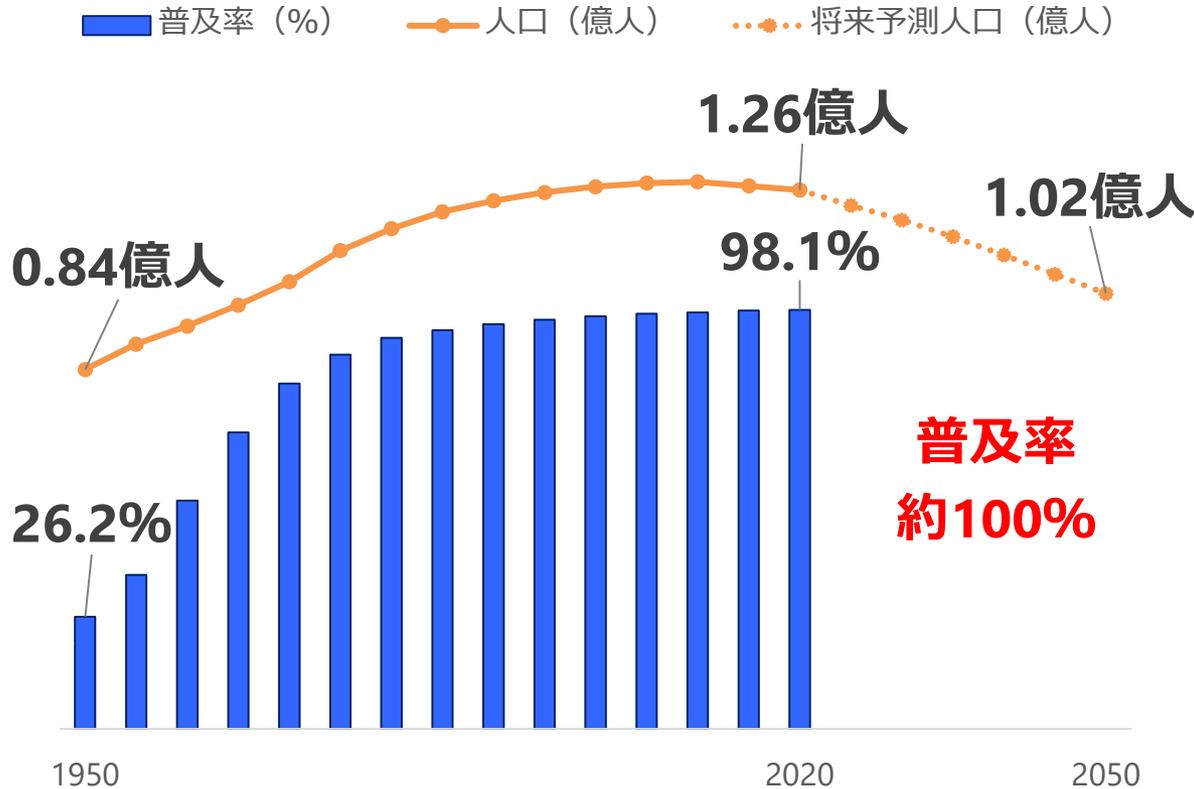


# 目次

1. はじめに（論文の背景、目的等）
2. Y市の固定資産台帳整理の課題
3. 解決策としてのアンマッチリスト
4. アンマッチリストによる照合結果
5. おわりに（課題、展望）



# 1.1 日本の現状



## 課題のまとめ

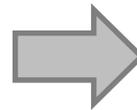
ヒト：  
職員の減少

モノ：  
施設更新・耐震化の遅れ

カネ：  
給水人口や料金収入の減少

**経営基盤の脆弱化**

課題



**水道事業の基盤強化**

改正水道法

# 1.2 改正水道法

## 改正水道法のポイント

- 関係者の責務明確化
- 官民連携の推進
- 広域連携の推進
- 指定工事者制度

### ■ 適切な資産管理の推進

点検を含む施設の維持と修繕（義務）  
台帳の作成と保管（義務）…R4.9末まで  
長期的な視野での計画的更新（努力）  
収支見通しの作成と公表（努力）

○改正水道法施工日

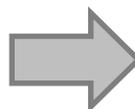
令和 元年 10月 1日

○水道施設台帳の義務化

令和 4年 9月 30日まで

**台帳整備率 8 割**

令和2年(2020)3月厚生労働省水道課調べ  
※簡易水道事業者は除く

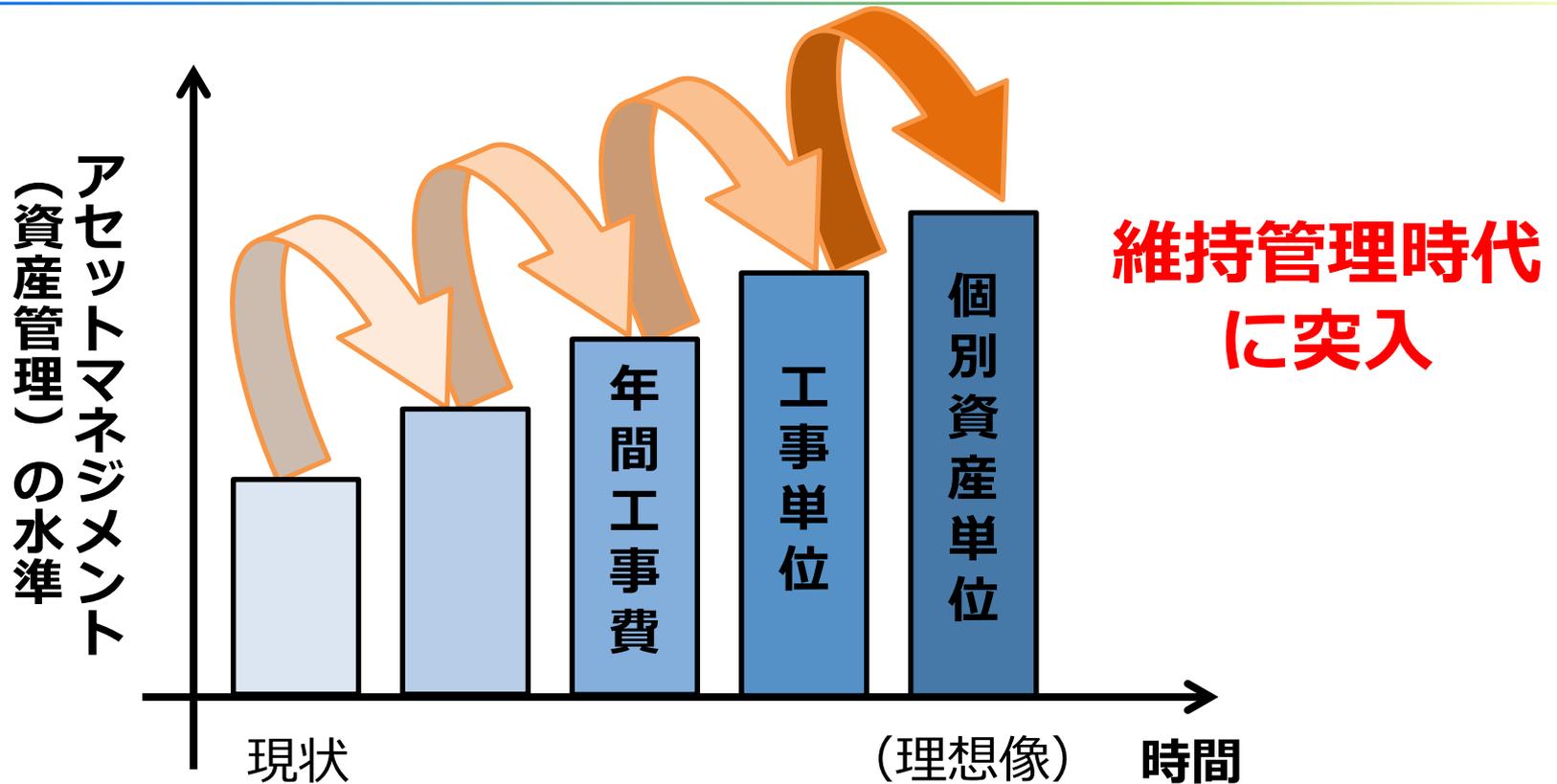


**台帳整備率10割になる予定**

令和4年(2022)9月30日まで

参考文献：  
・厚生労働省,水道法の一部を改正する法律について  
・厚生労働省：令和2年度全国水道関係担当者会議,全国水道関係担当者会議資料（資料編）,p.27,2020.

# 1.3 資産管理水準の段階的向上



資産管理水準の向上には、「アンマッチリスト」が有効

アンマッチリスト：正しい情報と改善が必要な情報である異なる二つの情報を照合するリスト

参考文献：

・厚生労働省：水道事業におけるアセットマネジメント（資産管理）に関する  
手引き～中長期的な視点に立った水道施設の更新と資金確保～

# 目次

1. はじめに（論文の背景、目的等）
- 2. Y市の固定資産台帳整理の課題**
3. 解決策としてのアンマッチリスト
4. アンマッチリストによる照合結果
5. おわりに（課題、展望）



## 2.1 Y市水道の基礎情報

- |          |            |          |        |
|----------|------------|----------|--------|
| ・ 給水人口 : | 7万人        | ・ 職員数 :  | 18人    |
| ・ 水源 :   | 7箇所        | ・ 管路総延長  | 約300km |
| ・ 浄水場 :  | 1箇所        | ・ 設備総数 : | 約740点  |
| ・ 受水場 :  | 1箇所        |          |        |
| ・ 配水池 :  | 6箇所 (全10池) |          |        |

※水源の半分が受水

浄水場や配水池の耐震化工事が完了

今後の課題  
**設備更新や管路更新**

## 2.2 台帳登録における課題

- 課題①

資産が**一体に登録**されている。資産更新時における除却が困難

- 課題②

現地の資産と登録上の**資産の不一致**

- 課題③

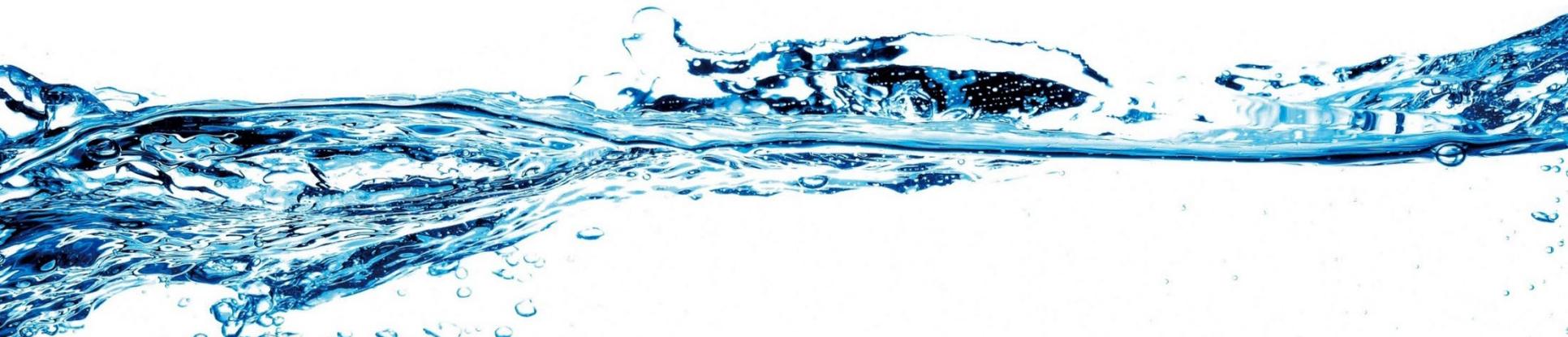
①,②等の要因により、アセットマネジメント手法による**更新計画が困難**

Y市の固定資産台帳

科目名称	整理No 固定資産台帳番号	資産名称	取得年度	構造	耐用年数	当初取得価額 (千円)
原水及び 浄水施設	35700091	〇〇取水施設	1982	Q:1.4m <sup>3</sup> /min、H:53m、 22kW	40	10,000
ポンプ 設備	40500101	〇〇送配水設備工事 (ポンプ)	1993	ポンプ設備、 次亜注入設備工事一式	15	70,000
電気設備	42000083	〇浄水場中央監視装置 (電気計装盤他)	2008	28面	20	350,000
電気設備	42000095	各取水井・配水池既存 計装盤機能増設	2008	〇・〇号取水井、〇配水池	10	50,000

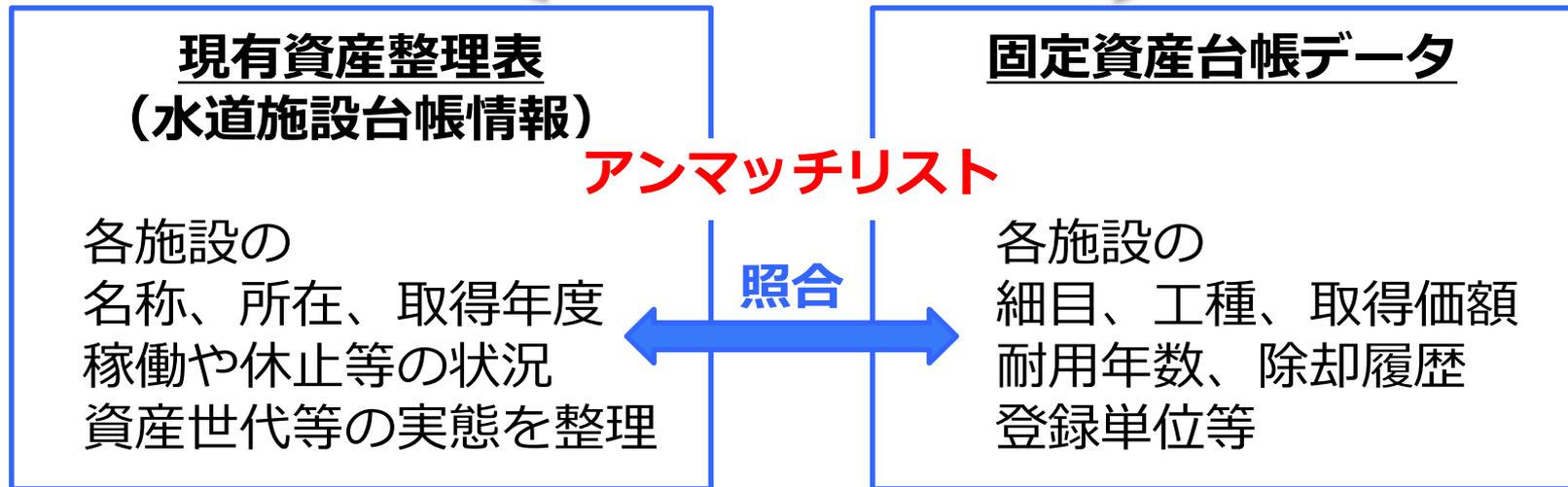
# 目次

1. はじめに（論文の背景、目的等）
2. Y市の固定資産台帳整理の課題
- 3. 解決策としてのアンマッチリスト**
4. アンマッチリストによる照合結果
5. おわりに（課題、展望）



# 3.1 アンマッチリストの定義

異なる二つの情報である**正しい情報**と**改善が必要な情報**を照合するリスト

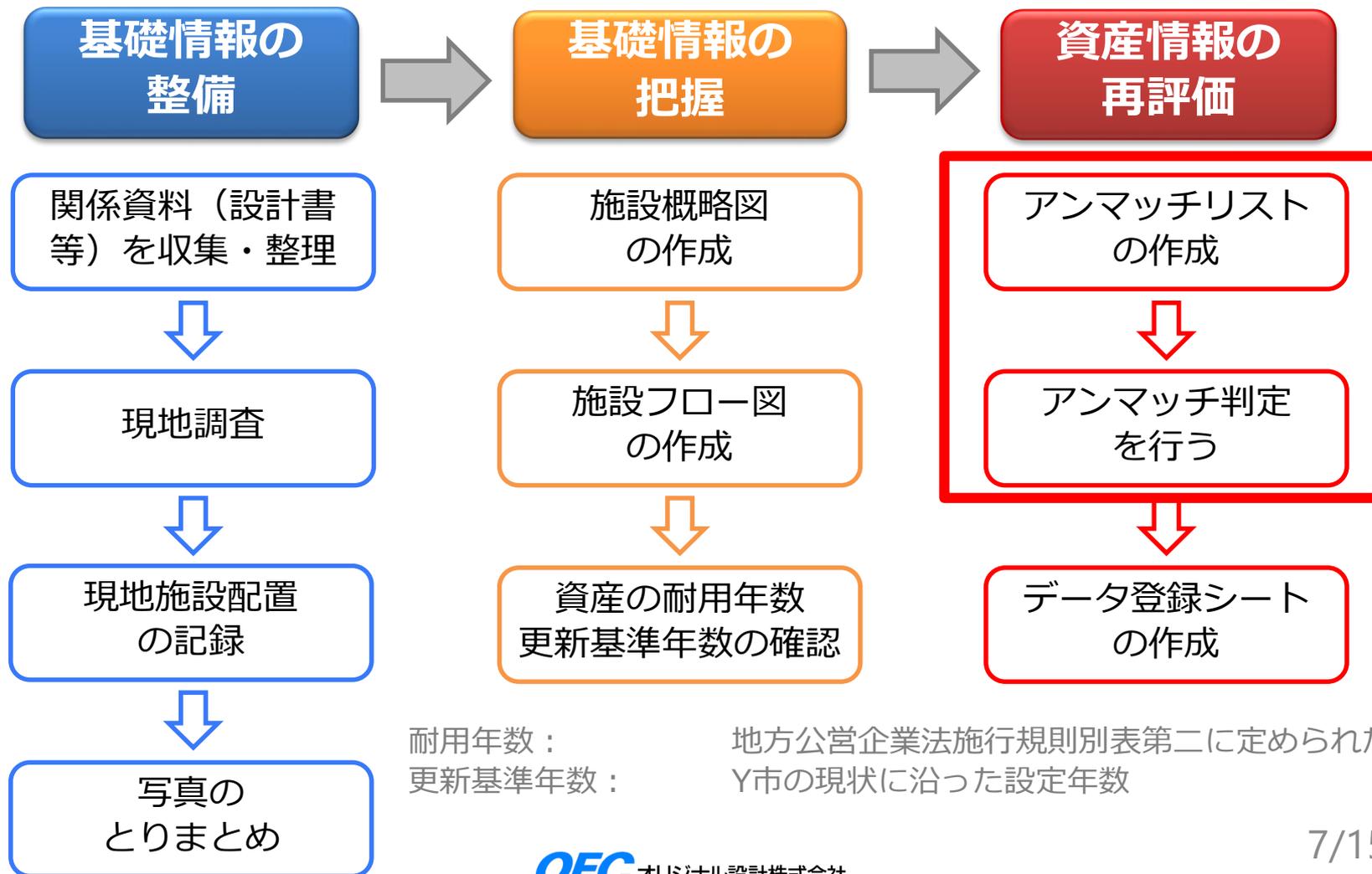


## 【照合作業のポイント】

- ① **取得年度**と**法定耐用年数**の情報  
→現有資産の正しい情報で固定資産台帳の登録内容と照合
- ② 世代情報の整理、登録資産の除却要否の確認  
→**現地調査**や**完成図書**に基づき、工事履歴を整理
- ③ 固定資産台帳への登録が確認できない資産の調査  
→未登録の**原因を追究**し、設計書等を用いて**更新単位に分解**する

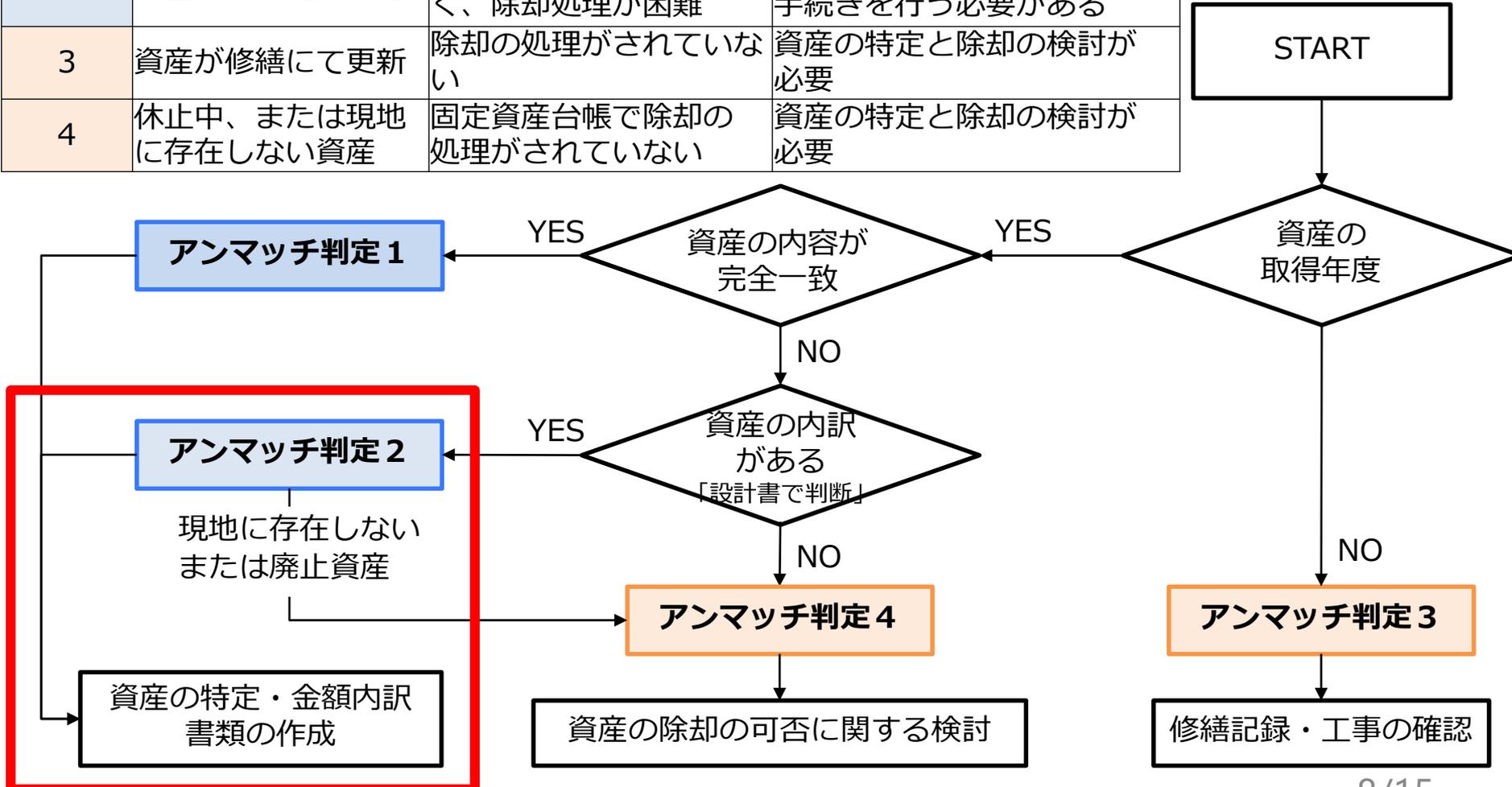
## 3.2 照合手順

### アンマッチリストによる照合手順



# 3.3 作成フロー

判定番号	現状	課題	対応
1	資産特定が可能	無し	更新時の除却も容易
2	資産一部特定が可能	更新単位での照合が難しく、除却処理が困難	資産を特定し、一部除却等の手続きを行う必要がある
3	資産が修繕にて更新	除却の処理がされていない	資産の特定と除却の検討が必要
4	休止中、または現地に存在しない資産	固定資産台帳で除却の処理がされていない	資産の特定と除却の検討が必要



# 3.4 工事費用から個別資産への分解

## 工事単位レベル



## 個別資産単位レベル

工事に要した一切の費用  
例：設計書(4,000千円)

- 工事請負費
- 付帯工事費
- 間接費

資産 1 (例：配水施設・配水池・構築物・土木  
耐用年数**60年**・取得価額**1,000千円**)

資産 2 (配水施設・ポンプ室・建物・建築  
耐用年数**50年**・取得価額**1,000千円**)

資産 3 (配水施設・ポンプ・機械及び装置・機械  
耐用年数**15年**・取得価額**1,000千円**)

資産 4 (配水施設・ポンプ盤・機械及び装置・電気  
耐用年数**20年**・取得価額**1,000千円**)

必要資料名称	必要とする項目
・設計書一式	
工事検査報告書	工事識別名（工事名または、工事番号）、取得年月日（工期）、請負代金
工事設計書（概要）	設計費、施設名
工事設計書（詳細）	設備名称、規格、製造番号、メーカー、型式
・資産分類表一式	耐用年数、目標耐用年数、事業体耐用年数
・資産分類マニュアル	

# 3.5 工事別資産明細情報

項目	内容				
工事名	〇〇取水ポンプ場建設工事（S57実施分）				
工事番号	S57-5				
所在地	〇〇町〇〇				
契約額(工事費)	7,500千円（税抜き）				
資産名	建屋	場内整備	取水ポンプ盤	水位計	取水ポンプ
配分基準額(千円)	2,000	1,500	2,000	1,000	1,000
耐用年数(年)	50	40	20	10	15
更新基準年数(年)	70	80	25	21	24
取得年月日	S57.3.31	S57.3.31	S57.3.31	S57.3.31	S57.3.31
工種	建築	土木	電気	計装	機械
勘定科目	構築物		機械及び装置		

## 3.6 その他の注意点

設計書が存在しない等、詳細な情報を得られない場合には、以下の方法により情報を特定した

- ① **修繕記録、工事関係書類**の確認
- ② 現地調査、現地に保管された図書等の確認
- ③ 関連工事、前後の工事から欠損した情報を**推定**
- ④ **過去に在籍**していた職員への聞き取り調査

# 目次

1. はじめに（論文の背景、目的等）
2. Y市の固定資産台帳整理の課題
3. 解決策としてのアンマッチリスト
- 4. アンマッチリストによる照合結果**
5. おわりに（課題、展望）



# 4.1 照合結果 (1 固定資産)

科目名称	固定資産台帳番号	資産名称	取得年度	構造	耐用年数	—	当初取得価額(千円)	備考
原水及び浄水施設	35700091	〇〇取水施設	1982	Q : 1.4m <sup>3</sup> /min、H53m、22Kw	40	—	10,000	アンマッチ判定2内蔵複数資産

固定資産台帳情報  
(1資産)

工種	水道施設台帳ID	資産名称	取得年度	仕様・詳細	耐用年数	更新基準年数	当初取得価額(千円)	備考
建築	1002002	建屋	1982	RC造	38	70	2,000	設計書、現地調査
土木	1002008	場内整備	1982	造成、屋外他	40	80	1,500	設計書、現地調査
土木	—	場内整備	1982	撤去物	40	80	500	Y市とのヒアリング
機械	—	取水ポンプ	1982	1.4m <sup>3</sup> /min、H53m、22Kw	15	24	1,000	更新済み
電気	1002004	取水ポンプ盤	1982	〇〇製作所	20	25	2,000	設計書、現地調査
計装	1002006	水位計	1982	投げこみ式	10	21	1,000	設計書、現地調査
計装	1002007	流量計	1982	φ100	10	21	1,000	設計書、現地調査
計装	—	テレメータ	1982	〇〇製	10	21	1,000	更新済み
合計							10,000	

現有資産整理表と固定資産台帳情報照合結果  
(8資産)

工種	水道施設台帳ID	資産名称	取得年度	仕様・詳細	耐用年数	更新基準年数	当初取得価額(千円)	備考
建築	1002001	建屋	1982	RC造	38	70	2,000	
土木	1002002	場内整備	1982		40	80	1,500	
電気	1002004	取水ポンプ盤	1982	〇〇製作所	20	25	2,000	
計装	1002005	水位計	1982	投げこみ式	10	21	1,000	
計装	1002006	流量計	1982	φ100	10	21	1,000	
一部除却 (内訳 : 1982年当時の場内整備・取水ポンプ・テレメータ)							2,500	
合計							10,000	

水道施設台帳情報  
(5資産)

## 4.2 照合結果（全体）

固定資産台帳  
資産：230点

照合  
→

水道施設台帳  
資産：740点

アンマッチ判定

①・完全一致資産：	103点	→	103点
②・分解必要資産：	70点	→	545点
③・修繕登録漏れ資産：	47点	→	47点
④・除却資産：	10点	→	45点

※固定資産台帳の約50%の資産が現地と異なる  
内容で登録されていたことがわかった

## 4.3 課題に対するこれからの解決策

### 課題①

資産が一体に登録されている。資産更新時における**除却が困難**

### 解決策①

担当者によって異なる判断がないように、固定資産台帳**登録マニュアル**の整備

### 課題②

現地の資産と登録上の**資産の不一致**

### 解決策②

施設現状を整理した**水道施設台帳の活用**。固定資産台帳上の情報との整合性を図る

### 課題③

①,②等の要因により、アセットマネジメント手法による**更新計画が困難**

### 解決策③

実際の施設更新工事を意識して、**更新単位**で水道施設台帳に登録し、固定資産台帳を共通ID等で紐づけを行うことで、アセットマネジメント基礎情報の精度を高める

# 目次

1. はじめに（論文の背景、目的等）
2. Y市の固定資産台帳整理の課題
3. 解決策としてのアンマッチリスト
4. アンマッチリストによる照合結果
- 5. おわりに（課題、展望）**



# 5.1 おわりに

## 資産管理のあるべき姿

**水道施設台帳** = (現地の資産) = **固定資産台帳**  
**の登録情報** **の登録情報**

- ・ アセットマネジメントへの情報活用
- ・ 施設更新に伴う資産の除却作業を効率的に行う

水道施設台帳を整備する際に「**アンマッチリスト**」の活用によって固定資産台帳の**登録方法**や**登録内容**の見直し、**ルール**や**マニュアル作り**に取り込むことを推奨