水源施設における監視カメラの最適配置

㈱東京設計事務所　鍵山明典

水道施設は生活に欠かせない社会基盤の１つであり、安全かつ安定的に運営するためには設備トラブルを早急に把握することや外部からの侵入者を防止する必要がある。

しかしながら、昨今の人口減少による使用料金の減収に加え、老朽化対策に伴う整備費用が増加しており、人員削減による費用縮減など効率的な監視体制が求められている。

本論文では水道施設を対象に、監視カメラの改築の検討を行い、効率的に監視を行える監視カメラ配置を検討した事例と検討時の課題を紹介する。

Key Words　：　監視カメラ、防犯、配置検討、プライバシー、セキュリティ

1. はじめに

人の生命に欠かすことができない水を供給する水道施設を継続的に運営するためには、日常の維持管理や老朽化した施設・設備の改築を実施していくことが必要不可欠である。また安全かつ安定的に運営するためには、設備の異常を瞬時に発見することや外部からの不審者の侵入（以降は「侵入者」とする）を防止することが必須である。

一般的な防犯の基本項目と対策例を**表－１**に示す。防犯の基本項目は 4 項目に分かれており、4 項目の１つである「目」を増やすことが重要である。目を増やすことで外部からの侵入を敬遠させる心理的な効果や、侵入された場合においても瞬時に状況把握ができる物理的な効果が期待される。その中でも監視カメラは、防犯対策として有効なアイテムの１つである。

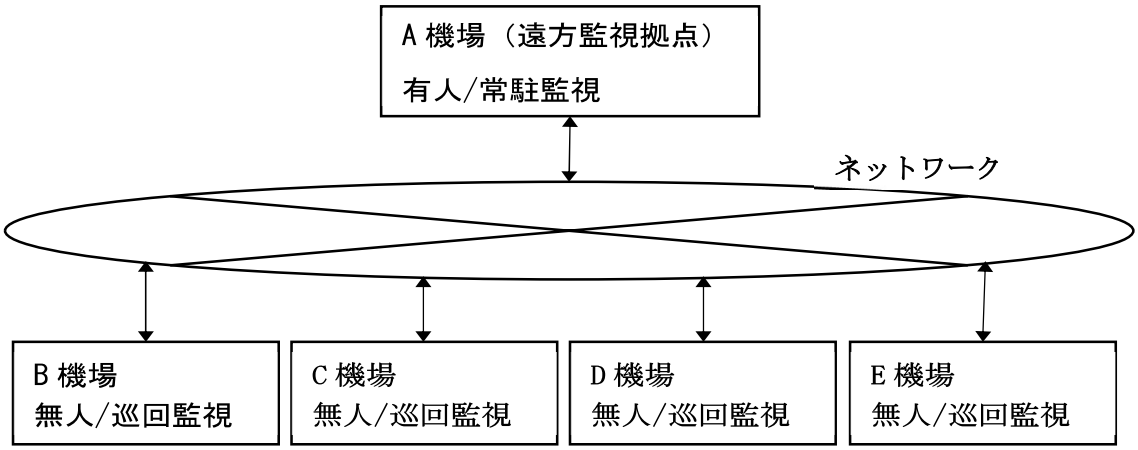
表－１　一般的な防犯の基本項目と対策例

防犯の基本項目	防犯対策例
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
時間	鍵（ダブルロック）
	窓（防犯フィルム、二重窓）
	柵（高さ、忍び返し）

2. 検討対象機場と監視体制

今回検討対象であるＡ市の水道施設は、**図－１**に示す通り、常駐にて監視を行っている水道施設 1 機場と常時無人で巡回監視を行っている水道施設 4 機場からなる施設構成となっている。

このため、常時無人の機場においては、設備の異常や侵入者の把握のために監視カメラを設置し、常駐している１機場にて映像監視および異常把握を行っている。



図－１　水道施設の管理体制

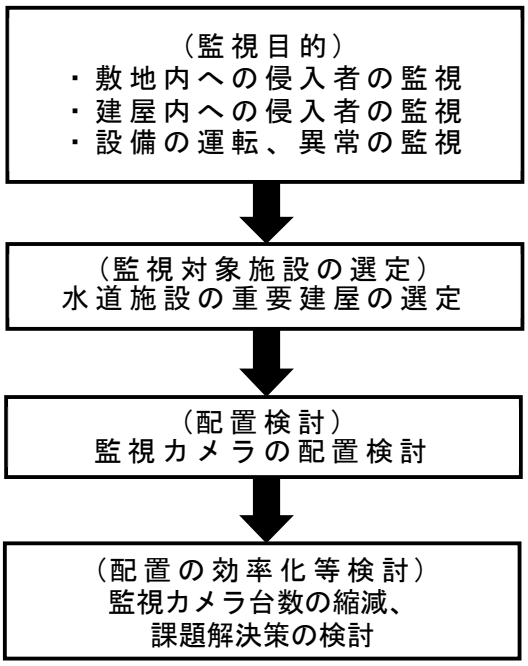
3. 検討フロー

本検討のフローを**図－２**に示す。

まず、水道施設の監視カメラによる監視の目的を整理した。次に建屋においては監視対象とすべき重要建屋の選定を行い、監視対象を選定する。

その後、各監視目的を達成するための監視カメラの配置検討を行う。

最後に、検討した配置の効率化と課題の整理、解決策を示す。

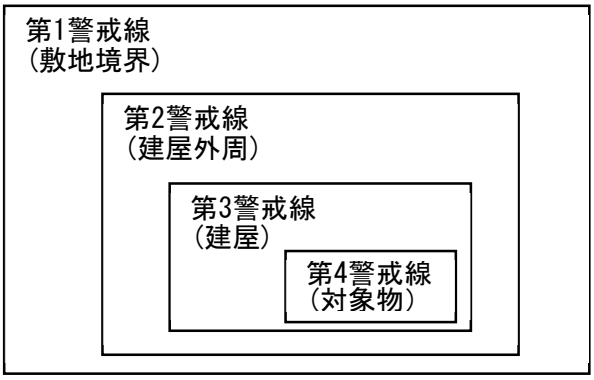


図－２ 検討フロー

4. 監視カメラの配置検討

4．1 監視目的

監視カメラで、監視を行う目的としては、①敷地内への侵入者の監視、②建屋内への侵入者の監視、③設備の運転、異常の監視を行うことが挙げられる。今回は侵入者の監視を重視することから、**図－３**に示す警戒線の考え方 [1] を参考とし、第 1 警戒線と第 2 警戒線の監視をメインとした配置とする。



図－３ 警戒線の考え方 [1]

4．2 監視対象施設の選定

水道施設はテロ行為の対象となる可能性が高い施設であると考えられるため、監視カメラの配置においてはテロ対策マニュアル策定指針 [2) 3)] に該当する施設を整理した。整理内容を**表－２**に示す。

表－２　テロ行為と該当施設

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

マニュアルでは、テロ行為の可能性として各施設の破壊や毒物の投入が挙げられている。該当施設への侵入を防ぐために侵入可能な箇所を整理し、監視カメラの配置を検討する。

4．3配置検討

検討するにあたり、侵入者や設備の異常を監視するために適正な監視場所を整理した結果を**表－３**に示す。

表－３ 監視対象と監視場所検討

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

まず、外部侵入者を監視するためには､敷地境界を監視する必要がある。一般的に水道施設はフェンスや壁で囲われており､上部には有刺鉄線などの追加の侵入対策を行っている場合もある。したがって、外部侵入者の監視で重点を置いて監視すべき場所として門扉などの人が出入りする場所を監視できるよう監視カメラを配置した。

次に､テロ行為該当施設を監視するためには､施設の内部に侵入可能な点検口、出入口、窓などの開口位置を監視する必要がある。そのため、管理棟は出入口、その他施設は維持管理用の階段やタラップを監視できるよう監視カメラを配置した。

最後に､設備の運転・異常を監視するためには、主要設備の運転状況や水質を監視する必要があるが､薬品注入ポンプや取水ポンプ､配水ポンプなどの主要設備すべてを監視するには多大な費用が必要となる。そのため､魚を用いた水質監視用の水槽に監視カメラを設置し､魚の状態を目視することにより、水質を監視するものとした。

以上から、各監視対象に監視カメラを配置した場合の台数の総計は**表－４**に示すとおりとなる。計 5 機場で侵入者の監視用として 57 台、水質の監視用として 1 機場 1 台の計 5 台、総計 62 台の監視カメラが必要となった。

5. 監視カメラ配置の効率化検討

5. 1 監視カメラの選定

監視人員に対して監視カメラ台数62台は過大であり、映像目視の負担や導入コストが高額となることから、効率的に監視が行えるような監視カメラの仕様および配置の検討を行った。監視カメラの機器仕様の比較を**表－５**に示す。

表－４ 監視対象の内訳と監視カメラの台数

監視対象	監視場所	台数
外部侵入者	門扉	13
	管理棟	11
テロ行為	着水井	5
該当施設	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

監視カメラの機種には、カメラ本体、ケース、台座をまとめた一体型や、さらに旋回装置までをまとめ、半球体状のカバーに格納したドーム型がある。それぞれの特化ポイントとして、一体型 1 は監視距離に特化、一体型 2 は監視画角に特化、ドーム型は追尾機能付き PTZ 注) である。本業務では、コストを抑えるために集約化を考え、監視距離内を動くものに対して自動追尾で監視し、PTZ 機能により自動で鮮明に監視が可能であるドーム型を採用した。これによって、 1 台で複数箇所が監視でき集約できた。

表－５ 監視カメラの型式とその機能

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。

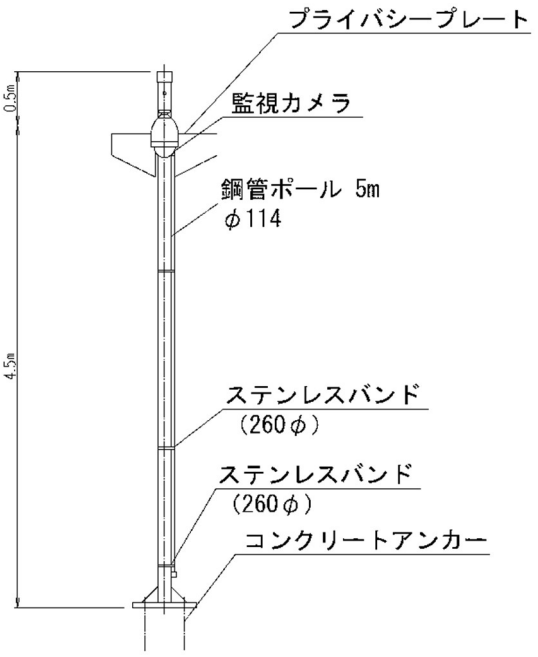
5. 2 監視カメラの採用台数

ドーム型カメラで台数を集約した結果を**表－６**に示す。各施設の出入口や階段、水道施設への門扉の監視を 1 台で兼用することで 62 台から 36 台まで集約した。また監視カメラの総台数を 4 の倍数にまとめることで、監視カメラの映像を 1 画面で表示する際に 4 分

表－６ 監視カメラ台数

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

割や 8 分割、16 分割でき、効率的な監視が可能となった。



図－4 プライバシープレートの外形図

6. 課題解決策

対象の水道施設は住宅地内であることから、監視カメラ設置による近隣住民からの苦情発生が懸念された。また、小数の人間の目によることから多数の監視カメラ映像確認による見落としが課題となった。解決策は次のとおりとした。

6. 1 プライバシー対策

侵入者の対策として第 1 警戒線である敷地境界付近の監視を行う必要があるが、監視カメラの設置場所が敷地境界付近の場合、敷地外から監視カメラが見える位置となる。侵入者に対しては防犯対策としては効果的であるが、近隣住民に対してはプライバシーの侵害などで問題となる可能性がある。

一般的には、画面上で周辺住宅を塗りつぶし状態にして表示しない方法があるが、住民に対しては理解を得にくい対処方法であるため、不要な角度を物理的に排除でき、かつ外部からも視覚的に監視範囲に配慮されていることが見える板（プライバシープレートと呼ぶ）を設置することとした。**図－4** に外形図を示す。

6. 2 侵入者の見落とし対策

今回設置するカメラ台数は 36 台である。例えば、監視ディスプレイ 3 面で監視を行う場合は 1 面に 12 台の監視カメラが対応できることになる。結果として監視ディスプレイの集約化や効率的な監視を実現はできたが、監視カメラ 1 台あたりの表示画面が小さくなることや画像表示するカメラが随時切り替わっていくため、侵入者を見落とすことも考えられる。

自動追尾機能付きの PTZ 機能を搭載した監視カメラは動く物を自動追尾して監視することが可能であるが、依然として画面に映っている侵入者を見落とすリスクはある。このため見落としを防ぐことや、監視カメラが検知する前から侵入者を検知するための手段として有効である人感センサを監視カメラと合わせて採用した。人感センサの仕様検討をした結果を**表－7** に示す。

表－7 人感センサの仕様比較

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量の変化で検知
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

パッシブセンサは遠赤外線を感知して人を検知し、アクティブセンサは赤外線ビームを発射して受光される赤外線の量の変化で人を検知するセンサである。パッシブセンサの検知範囲は狭いが、電源設備や配線が不要のため、センサの設置場所の変更が容易である。

よって検知範囲が狭い建屋の出入口や門扉はパッシブセンサとし、大型の門扉などパッシブセンサで検知できない場所はアクティブセンサを採用した。

センサによって侵入者を検知した場合、パトライトと音声による通報信号を監視カメラの映像とともに伝送し、常駐監視を行っている 1 機場で監視することとした。これにより、コストを考慮しながら侵入者を見落とすリスクを最大限までに減らすことが可能となった。

7. おわりに

監視カメラの配置検討にあたっては、監視対象を整理したうえで、維持管理体制に合った台数の絞り込みや侵入者検知のための補助的な機能の追加を行うことが必要である。

本論文が水道施設の監視カメラの新設および改築検討の一助となれば幸いである。

参考文献

1）公益社団法人 日本防犯設備協会：基本警戒線の設定(SES E 7003-4)、p.1、2015.

2）厚生労働省：テロ対策マニュアル策定指針、p.Ⅰ－6、2006.

3）厚生労働省：テロ対策マニュアル等策定指針（改訂版)、p.6、2021.