

札幌市における既存施設の防災施設としての活用を考える

A Basic consideration on the established infrastructures for the utilization of disaster infrastructures

○(株)地崎工業 東京本社技術部 正会員 須藤 敦史 (Atsushi Autoh)
(株)地崎工業 北海道本店土木部 正会員 河村 巧 (Takumi Kawamura)

1. はじめに

近年,異常気象による集中豪雨で福岡県(御笠川),名古屋市周辺(新川)など都市部において洪水が多発しており,また阪神大震災以降,宮城県北部,新潟中部地震などの各地で地震災害も頻発している。

その中で今年は台風の襲来がとりわけ多く7月には新潟県三条市(五十嵐川)や福井県池田町(足羽川),また10月には兵庫県豊岡市においても集中豪雨による洪水が発生しており,さらに11月23日の新潟中越地震では長岡市や魚沼市(川口・堀の内町,山古志村)では大きな被害を受けて,一部の住民はいまだに避難生活を送っている。

一方,北海道においても,平成5年7月には北海道南西沖地震,太平洋側では平成5年に釧路沖地震,平成15年には十勝沖地震による被害を受けており,また昨年には台風による豪雨で平取川においては堤防の決壊・橋梁の流失などの被害を受け,今年に入っても8月の23号台風で日本海側では高波による国道橋梁の流失,また札幌市中心部においても強風による立木の転倒災害が数多く見られたため,札幌市を流れる豊平川の氾濫災害も議論されつつある。

札幌市は昭和30年代後半から急速な都市化が進んでいるが,このような状況下,今後は都市部の社会資本を防災という観点から見直す時期が来ていると考えられる。

しかし,現在の社会・経済環境を考慮すると,都市防災施設としての新たな社会資本の整備は限られたものになり,既存施設の

Table.1 簡易観測システムの各方法

観測方法	有利な点	解析条件
(1)標点	特別な装置不要	建物・加の振動特性
(2)振り子	簡単な装置	建物・振り子の振動特性
(3)小型セサ	高感度,高性能	簡易センサーの開発

補修・改修などや他の都市・生活システムの複合利用が合理的と考えられる。

そこで本論文は,社会基盤の都市防災施設としての複合利用の提案として,a)コンビニエンス・ストアの防犯カメラを地震防災において必要となる高密度地震観測システムとして活用する構想と b)除雪に使用される融雪施設を水害時の河川氾濫を防止するための一時貯留槽として多目的な利用を行う構想の一部を紹介する。

2. 高密度時観測システムの構築¹⁾

都市防災の観点から狭い範囲における地震観測は重要であるが,現在では被害調査²⁾などを待たなければならないため,経済的かつ簡素化された高密度地震観測網の構築と簡便な解析手法が必要となる。

そこでコンビニエンス・ストアに設置されている防犯用のビデオ画像の有効利用³⁾が考えられ,これにより新たな観測機器と維持管理コストを必要としない高密度地震観測システムの構築が可能となり,同時に地震防災で欠かせない狭い範囲の揺れやすさなどの情報が得られる。

(1)防犯カメラによる地震観測の特徴

コンビニエンス・ストアなどに設置されている防犯カメラを地震観測機器とした場合の特徴を示す。

a)利点

- 1) 数多く設置されており,特に都市部では高密度で現存する。
- 2) 設置費用や維持管理費などが不要
- 3) 正確な再現ができ店舗によっては24時間記録されている。
- 4) 物の振動や人の動きから定性的な検証および行動心理的な検討も可能である。

b)欠点



Fig1 防犯ビデオの画像記録(米子市)

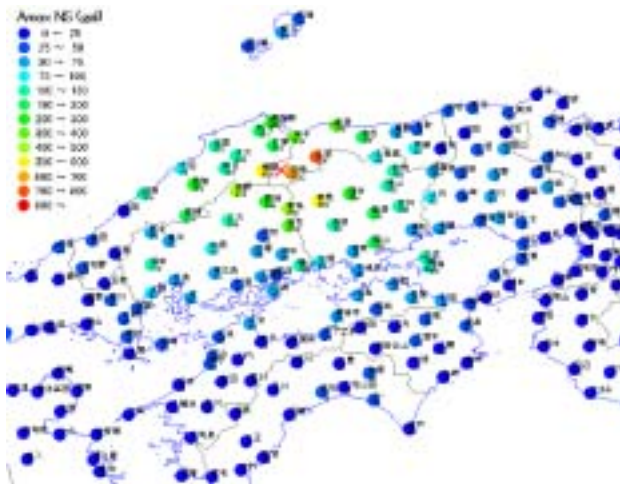


Fig3 鳥取県西部地震の加速度（気象庁のHPより）

Table2 地震震度と速度・加速度

震度階級	加速度 (cm/s ²)	速度 (cm/s)
5 弱 強震	80 ~ 250	12.6 ~ 39.8
5 強 強震		
6 弱 烈震	250 ~ 400	39.8 ~ 63.7
6 強 烈震		
7 激震	400以上	63.7以上

- 1) 営業時間のみや静止画像、また保存期間もある。
- 2) 停電の場合には画像記録は残らない。
- 3) 店舗もしくは企業の協力が必要となる。

Fig4 札幌市中心部のコンビニエンスストア



緑:コンビニエンス・ストア, 青:銀行, 黄:郵便局

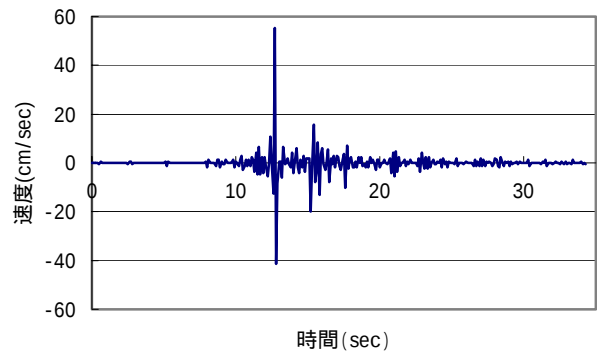


Fig2 画像記録より同定された強震動（速度）

また、小型センサー³⁾を含め防犯カメラの画像解析はTable.1に示す3つの方法が考えられる。

(2)画像解析による地震動（速度）の同定⁴⁾

鳥取県西部地震(2000年10月6日)の米子市付近におけるスーパーマーケットの防犯用カメラで記録された地震動画像を Fig1に示す。

鳥取県西部地震による防犯用カメラの動画記録より得られたカメラの揺れ角を時刻歴変位および速度に変換する。(詳細は文献 3), 4)参照) 画像解析より得られた速度の時刻歴波形を Fig2に示す。

ここで、米子周辺では最大加速度 400gal 程度の地震動が観測(K-NET)されており、震度階級の加速度と速度の関係から、得られた最大速度 40~50cm/s(kine)はほぼ妥当な値が得られている。

(3)防犯カメラを用いた高密度地震観測システムの

札幌市への適用について

ここで札幌市の市街地の存在するコンビニエンス・ストアを示したものの Fig4に示す。

Fig4より、札幌市の市街地においては約 100~200mの観測地域メッシュで都市防災が計画で可能といえる。

このようにコンビニエンス・ストアなどの防犯カメラを利用した高密度時観測システムは札幌市のような都市部ほど有効に機能し、加えて観測機器の設置コストおよび維持管理コストを必要としない高密度地震観測システムの構築が可能と考える。

加えて、この地震観測システムでは経年の強震観測を行うことで、狭い範囲における地盤の揺れやすさなど地震防災上もっとも必要となる情報も得ることも可能となる。

Fig5 洪水調節施設の事例(鶴見川麻生調節池パノットより)

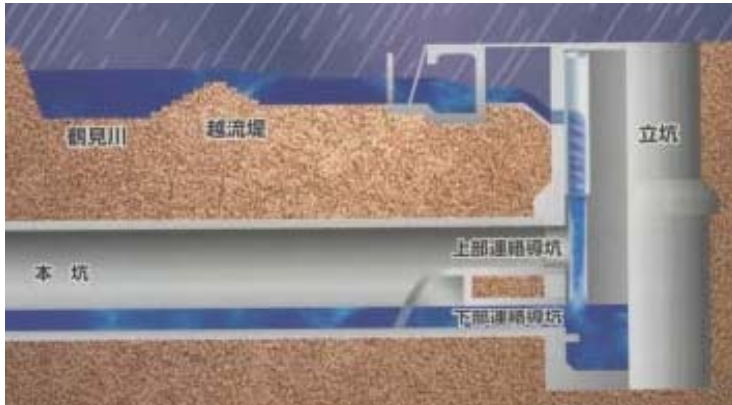


Table2 地下式融雪槽・施設

融雪槽・設備名	基本施設
厚別融雪槽	厚別下水処理場
発寒融雪槽	発寒清掃工場
創成川融雪管	創成川下水処理場
都心北融雪槽	札幌エネルギー供給公社
新川融雪槽	新川下水処理場
伏古川融雪管	伏古川下水処理場
下水管投雪施設	大通・発寒・八軒

3. 融雪施設の都市河川の洪水時における一時貯留槽としての活用

異常気象の集中豪雨による福岡県（御笠川）や名古屋市周辺（新川）などの都市河川において集中豪雨による堤防の決壊などが多発しており、御笠川では氾濫水が福岡市中心部に達し、ビルの地下への流入を招いたため、札幌市の中心部を流れる豊平川においても氾濫災害の可能性も論議されつつある。

このような状況下、都市部における河川災害（都市河川の堤防決壊など）を考えると札幌市では冬期に使用される融雪施設を河川氾濫を防止するための一時貯留槽として利用すれば新たな防災用の貯留施設の建設をせずに都市の河川災害に対する防災機能の向上が図られる。

(1) 都市河川の洪水調節施設

河川の洪水調節施設は一般的には遊水地が挙げられるが、都市部では河川改修により河道が制限されているため、遊水地が無いのが現状である。

そこで都市部の河川では Fig5 に示すような流域周辺部の地下に増水時の流量を調節するための貯留施設を設ける事例も見られる。

(2) 融雪槽・施設の利用

一方、札幌市は日本海側の豪雪地域に位置しており、冬期における快適な市民生活の維持からも大規模な除雪システムおよび市街地地下には大規模な除雪・融雪設備を有している日本の中で特殊な都市といえる。

ここで札幌市における地下式融雪施設の一覧を Table2 に示す。

a) 融雪管

融雪管は、雨天時に合流式下水道から河川に放流される汚濁負荷を削減することを目的とした貯留管であり、降雨のない冬期間に融雪管として利用している。この施設に降雪期以外の洪水時に河川水の調節機能を付加する。

なお創成川融雪管の貯留量は約 46,400m³、伏古川融雪管の貯留量は 32,000m³程度である。

b) 融雪槽

地下駐車場や公共地下歩道と併せて融雪槽がつくられ、冷暖房プラントの熱を利用して融雪を行う施設であり、これに洪水時に河川水の調節機能を付加する。なお札幌北都心融雪層の容量は 4,000m³（幅 24m×長さ 34m×水深 6m×1 池）である。

c) 流雪溝

流雪溝は河川水をポンプで汲み上げ、あとは自然流下によって川に放流するもので、途中に投雪口が設けられており、茂岩下流

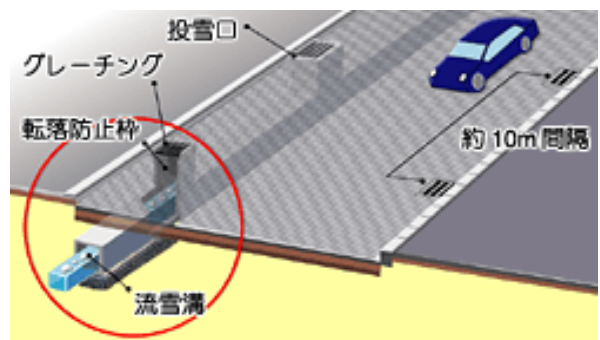
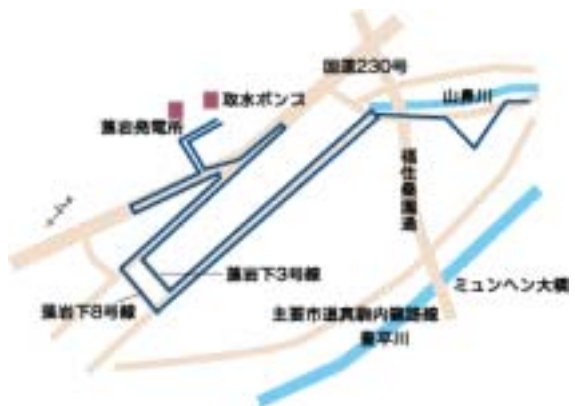
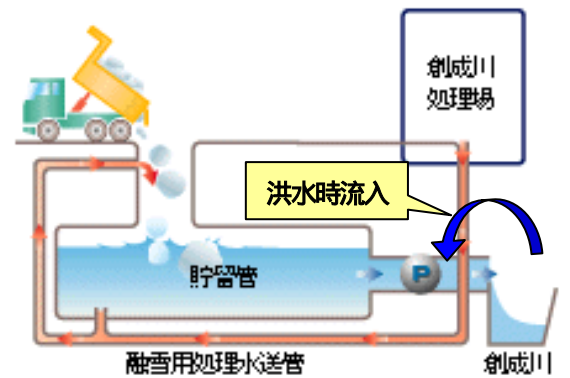


Fig6 地下式融雪槽・施設（札幌市のHPより）

雪溝では融雪に1万9千トンの水を使用している。これに洪水時に河川水の調節機能を付加する。なお北郷融雪溝の延長は約3,060mで溝の形状はH800×W600mm(ポンプ室～合流槽), H800×W800mm(合流槽～吐口), 茂岩下融雪溝の延長は約3,668mで溝の形状はH800mm×W600mmである。

以上,融雪管・融雪槽や流雪溝などの除雪施設は,一部夏期の雨天時に使用される施設もあるが,基本的に降雪時期にしか稼働せず,夏期の集中豪雨などによる都市河川水害の防災施設としての複合利用が可能であると考えられる。

4. 防災施設として複合利用した施設の

社会的評価(費用便益)⁵⁾

昨今社会資本において効率性が重視されており,ここで提案した防災施設としての有効(多目的)利用を考えた施設の社会的な評価を考える。

一般に社会資本の効率性は式(1)に示す費用便益で示され,準便益が大きいほど投資効果がある社会資本とされている。

$$NB = B - C > 0 : (B/C) \quad (1)$$

NB: 順便益, B: 便益, C: 費用

ここで道路などの生活・産業基盤としての社会資本と異なり,自然災害に対する防災施設は直接人命に関わるものであり,費用便益ではその本来の評価できない側面もあるが,ここで提案した既存施設の防災施設としての多目的な活用の社会的な評価をあえて行くと以下となる。

まず費用は数割の増加で便益はおおよそ2倍となる。したがって順便益は確実に大きくなり,既存施設の社会的評価は改善されると言える。

$$B = B_1 + B_2 \quad (2)$$

B_1 : 本来の便益, B_2 : 防災施設としての新たな便益

$$C = C_1 + \Delta C \quad (3)$$

C_1 : 元の費用, ΔC : 防災施設としての改修費用

5. ま と め

本論文は,新たな札幌市における合理的・経済的な都市防災施設の提案として,コンビニエンス・ストアの防犯カメラを地震防災において必要である高密度観測システムとして利用する構想と除雪時に使用される融雪施設を水害時の河川氾濫を防止するための一時貯留槽としての多目的な利用構想の一部を紹介した。

その結果,コンビニエンス・ストアの防犯カメラの記録画像からは定量的に地震動の同定は可能であり,十分地震防災における経済的・簡易的な高密度地震観測システムとして機能するものと考えられる。

また融雪管・融雪槽や流雪溝などの除雪施設では夏期集中豪雨時における都市河川水害の防災施設として複合活用できるものと考えられる。

これら既存施設の複合活用により,社会資本の効率性を示す費用便益(社会的評価)は十分改善されるものと考えられる。

参考 文献

- 1) 尾崎竜三,高田至郎,嘉島宗志,河村雄一郎:観測記録にもとづく兵庫県南部地震の地域最大加速度・速度分布とアンケート震度,土木学会第52回年次学術講演会, -B423,pp.844-845,1997.など
- 2) 尾崎竜三,高田至郎,嘉島宗志,河村雄一郎:観測記録にもとづく兵庫県南部地震の地域最大加速度・速度分布とアンケート震度,土木学会第52回年次学術講演会, -B423,pp.844-845,1997.など
- 3) 須藤敦史,堀 宗朗,斉藤芳人:画像記録を利用した地震動同定システムの基礎検討,第24回地震工学研究発表会,A8-1,pp.229-232,1997.
- 4) Muneo Hori, Atsushi Sutoh and Yoshito Saito: Strong Motion Measurement using Security Video Cameras, Journal of Structural Mechanics and Earthquake Engineering, J.S.C.E., Vol.17, No.1, pp. 47s-57s, 2001
- 5) 石塚義高:建築のライフサイクルマネージメント,井上書院,1996.など