

平成 15 年度雪セミナー報告書

第 1 部 雪寒事業の転換期における
基本課題の検証

第 2 部 雪対策先進事例の報告

平成 16 年 3 月

主催

山形県雪対策協議会

財団法人 日本積雪連合

全国積雪寒冷地帯振興協議会

【発刊について】

本報告書は、平成 16 年 1 月 20 日に開催された『平成 15 年度雪セミナー』（主催：山形県雪対策協議会、財団法人日本積雪連合、全国積雪寒冷地帯振興協議会）における報告、説明及び配布資料を事務局の責任で整理し、報告者が校正し、作成したものです。

目 次

第 1 部 雪寒事業の転換期における基本課題の検証

- (1) 『雪寒事業の転換期における基本課題の検証』
全国積雪寒冷地帯振興協議会
- (2) 『請負除雪体制並びに消融雪施設の新たな維持管理システムの模索』
北海道札幌市
- (3) 『横手市における流雪溝の現状と課題（高齢化と市街地空洞化への対応と展望）』
横手市流雪溝利用組合連絡協議会

第 2 部 雪対策先進事例の報告

- (1) 『農業水利施設等の克雪における農林・河川による共同事業の試み』
山形県新庄市
- (2) 『自然熱利用による路面の融雪・凍結抑制の実用的技術』
福井県雪対策・建設技術研究所
- (3) 『地下水節水型消雪パイプシステムの実証試験』
長岡技術科学大学

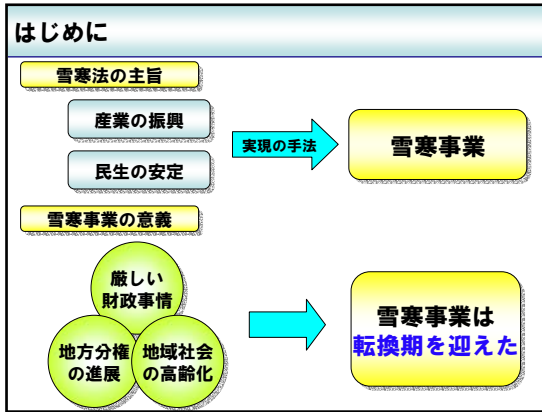
雪寒事業の転換期における基本課題の 検証

全国積雪寒冷地帯振興協議会

林 智和

全国積雪寒冷地帯振興協議会の林です。

1. はじめに



【図 1】

これから、雪寒事業の転換期における基本課題の検証ということで基調報告を行ないたいと思いますのでよろしくをお願いします。

積雪寒冷地域では、雪寒法に基づく雪寒事業の推進により、冬期間の住民生活や経済活動の環境は飛躍的に改善されてきました。

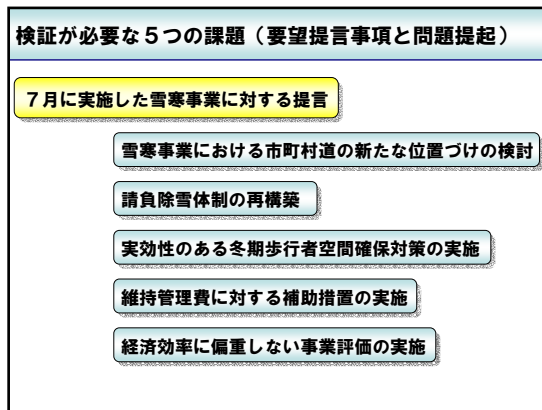
しかし、昨今の長期の経済不況、逼迫した財政状況、地方分権の進展、地域社会の変貌等々により、これまでに構築されてきた雪寒事業の仕組みでは事業の円滑な推進が図れない懸念が生じつつあり、雪寒事業は転換期を迎えたものと考えられます【図 1】。

政府は、昨年 10 月に従来の 9 本の各分野の五箇年計画を一本に統合した「社会資本整備重点計画」を制定し、それにあわせて水野係長から話がありましたとおり、雪寒事業についても今後 5 箇年間の特例措置を延長したところでは。

このため今後の雪寒事業の推進にあたって、転換が必要と考えられる課題について、国、地方が一体となって中長期的に検証する必要があると思われま。

まずはじめに昨年 7 月に提言要望した事項とそれに対する問題提起を行ない、その後にその中の 1 つの「請負除雪体制の再構築」について掘り下げて行きたいと思ひます。

2. 検証が必要な 5 つの課題（要望提言事項と問題提起）



【図 2】

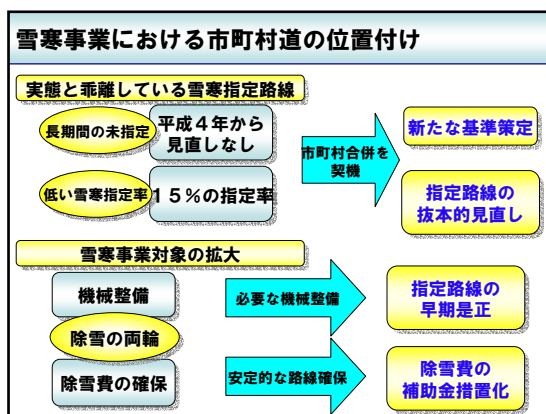
こちらが、当協議会が昨年 7 月に国土交通省、関係国会議員に要望提言した 5 つの事項です【図 2】。

- ①雪寒事業における市町村道の新たな位置づけの検討
- ②請負除雪体制の再構築
- ③実効性のある冬期歩行者空間確保対策の実施
- ④維持管理費に対する補助措置の実施
- ⑤経済効率に偏重しない事業評価の実施

これからこの 5 つの事項について、

その背景の説明と提言事項について説明したいと思います。

2.1 雪寒事業における市町村道の位置付け



[図3]

(1) 市町村道雪寒事業制度の硬直化

① 実態と乖離している雪寒指定路線

はじめに雪寒事業における市町村道の位置付けについて背景を説明したいと思います [図3]。

現在の市町村道における雪寒事業は2つの点で実態と乖離し、制度が硬直化しているといえます。

1つ目は、長期間見直しがされていない点です。市町村道の雪寒指定路線の見直しは平成4年度から長期間行われていないため、従来の指定路線と現在の道路利用の実態との間に大きな乖離が生じています。

2つ目は、低い雪寒指定率です。市町村道の指定率は約15%に過ぎず、道府県道の95%と比較すると著しく低位にあります。

また、今後の課題として、現在進展している市町村合併後の行政区域は大幅に広域化することから、新行政区域内の円滑な冬期道路交通を確保するためにも、新行政区域内の冬期道路網の再編成を踏まえた是正措置が必要です。

こうしたことから、新たな指定基準を策定し、指定路線の抜本的見直しを図ることも検討すべきです。

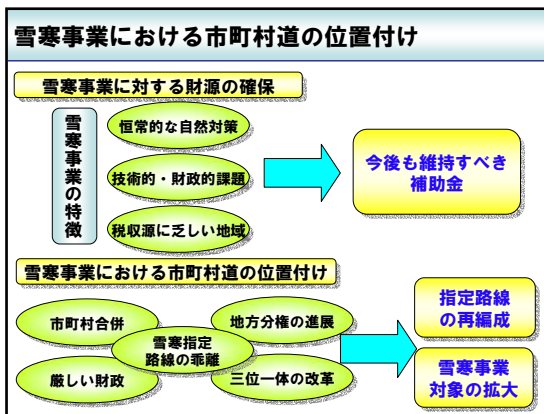
② 雪寒事業対象の拡大

次に雪寒事業の対象拡大ですが、現在の雪寒事業に対する市町村の意識は、幹線の除雪に必要な機械を整備する際に利用できる制度の一つに過ぎないとの意見があります [図3]。

このため、幹線の除雪に必要な機械を雪寒事業で整備できるよう指定路線の早期是正が必要です。

除雪費も道路延長全体を交付税一本で措置されていることから幹線の冬期交通確保を支える基盤に欠けています。

幹線の除雪財源については地方交付税による一般財源ではなく、安定的に幹線除雪に充てられるよう補助措置をする検討が必要です。



[図 4]

(2) 雪寒事業に対する財源の確保

雪寒事業に関する財源については、国は地方分権推進に基づき、市町村道に対する国庫補助負担事業は原則廃止・縮減の方針を打ち出しています [図 4]。

こうした三位一体の改革の進展のうちでは、雪寒事業の推進に大きな支障を生ずることの無いようにしなければなりません。

特に雪寒地帯は、中山間地域の過疎地域が大多数を占め、基幹となる税収が少ない地域がほとんどである。一方で、雪寒事業は自然条件に支配される恒常的災害対策であり、技術的にも財政的にも市町村だけで実施することは困難です。

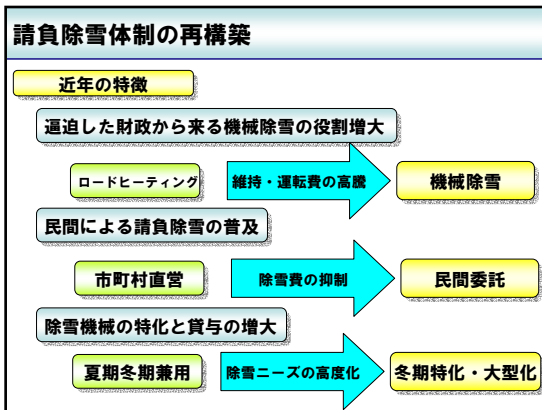
従って、雪寒事業は事業の性格や雪寒法の主旨からも財源移譲すべき補助金ではなく今後も維持していかなければならないものであり、幹線の除雪費については地方交付税のみで措置するのではなく、雪寒事業の対象へ拡大すべきものと考えます。

(3) 雪寒事業における市町村道の位置付け

雪寒事業における市町村道の位置付けについては、現在、市町村合併、財政の逼迫、地方分権の流れと三位一体の改革の進展、雪寒指定路線の実態との乖離等極めて厳しい環境にあり、早急な対策を実施しないと事業の崩壊が生じる恐れがあり、地域によってはその兆しが見えています [図 4]。

冬期交通確保の崩壊は、地域住民の民生の安定を短期間に破壊するため、雪寒事業の円滑な推進体制の再編成が必要であり、前述したとおり①市町村再編成を踏まえた指定路線の再編成と、②除雪事業を対象へ拡大する二点を柱とした抜本的見直しを提言します。

2. 2 請負除雪体制の再構築



[図 5]

(1) 近年の特徴

次に請負除雪体制の構築ですが、除雪事業の近年の特徴として下記が挙げられます [図 5]。

① 逼迫した財政から来る機械除雪の役割増大

これまで除雪事業は聖域化されていましたが、現在の財政事情では除雪費さえ一律削減の対象となっている事例も発生しています。このため、運転費の高いロードヒーティングの運転を取りやめ、凍結抑制剤の散布といった機械力に移行するといった事例も発生しています。この点については、後で札幌市さんから事例発表があると思います。

今後の除雪手法も、機械力に頼らざるを得ないと言え、ますます機械除雪の役割は増大していくものと考えられます。

② 民間による請負除雪の普及

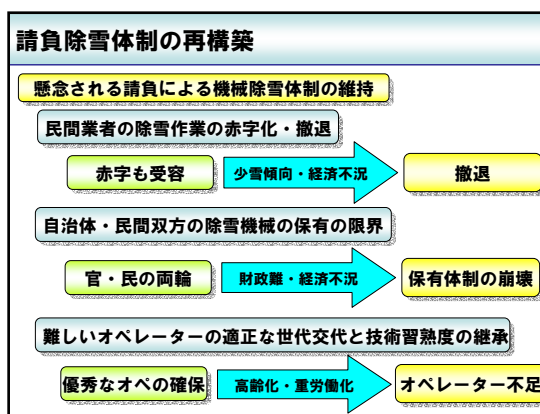
以前は、市町村直営による除雪が実施されていましたが、オペレーター賃金の抑制等から徐々に縮減され、現在では、ほとんどの市町村は地元の民間業者に委託して実施しています。

そして除雪機械も民間業者の機械と自治体からの貸与によって構成されています。

③ 除雪機械の特化と貸与の増大

近年、除雪ニーズの高度化から除雪機械は高度化・特化し、夏場の土木工事に使用できない冬期専用が多くなってきました。

こうしたことからロータリー車のような冬期特化した高額な機械は、自治体から民間業者への機械貸与が増加しています。



[図 6]

(2) 懸念される請負による機械除雪体制の維持

こうした機械除雪の基幹となっている請負体制ですが、次の事情から維持継続が懸念され始めています[図 6]。

① 民間業者の除雪作業の赤字化・請負除雪からの撤退

民間業者の除雪作業の赤字化・請負除雪からの撤退では、近年の少雪傾向によって、出動回数が減少し、実績支払制度による受け取り金額の減少するようになりました。

そして建設業の厳しい経済環境により、地域によっては民間請負業者の撤退も懸念されています。

② 自治体・民間双方の除雪機械保有の限界

自治体・民間双方の除雪機械保有の限界では、民間請負業者は昨今の経済状況化で体力低下が著しく、さらに除雪作業の赤字化から持てなくなりました。

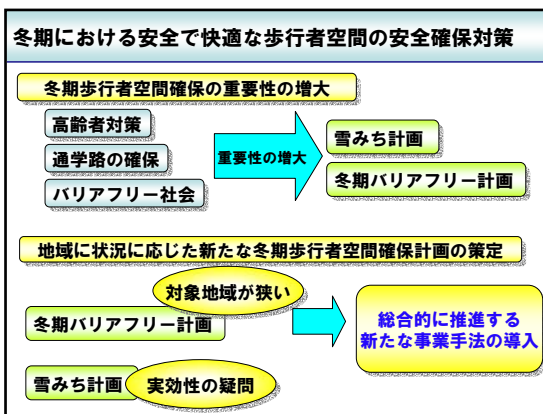
一方の自治体は逼迫した財政事情から持てなくなり、双方共に機械の自前保有が困難となる傾向が増大しています。

③難しいオペレーターの適正な世代交代と技術習熟度の継承

難しいオペレーターの適正な世代交代と技術習熟度の継承では、機械オペレーターは、地域の高齢化の側面もあるが高齢化が進展し、また若者からは深夜労働等から敬遠され、熟練労働力の確保が困難となることが懸念されています。

今お話した請負除雪体制ですが、これについて後でもう一度お話ししたいと思います。

2.3 冬期における安全で快適な歩行者空間の安全確保対策



[図 7]

(1) 冬期歩行者空間確保の重要性の増大

次に冬期における安全で快適な歩行者空間の安全確保対策ですが、冬期歩行者空間の確保は、高齢者対策、通学路の確保、バリアフリー社会の実現に向け、極めて重要な課題となっています [図 7]。

このため、昭和 63 年から「雪みち計画」の策定が、平成 13 年からは「冬期バリアフリー計画」の策定が始まっ

ています。

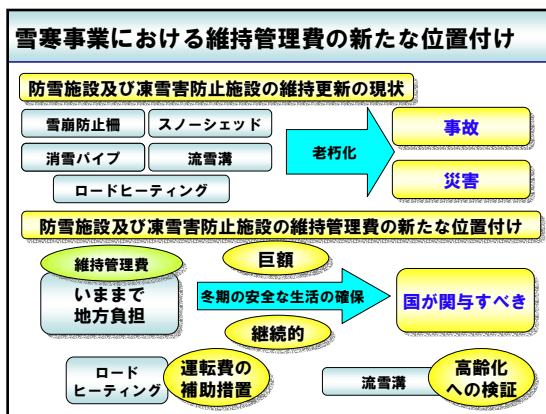
(2) 地域の状況に応じた新たな冬期歩行者空間確保計画の設定

しかしながら、「冬期バリアフリー計画」は、駅周辺部をはじめとする都市部に限定されており、中山間地域の過疎地が大部分を占める特別豪雪地帯ではほとんどの地域が対象となりません [図 7]。

また、「雪みち計画」は、未だ多くの市町村で策定されていない、長期間にわたって見直しがされていない等、冬期歩行者空間確保の重要性の増大に対して実効性をもった計画制度とはなっていません。

このことから、機械整備、道路改良等を総合的に推進する新たな事業手法の導入を検討する必要があります。

2.4 雪寒事業における維持管理費の新たな位置付け



[図 8]

(1) 防雪施設、凍雪害防止施設の維持更新の現状

次に雪寒事業における維持管理費の新たな位置付けですが、地域によっては、維持管理費の負担増から防雪施

設、凍雪害防止施設の運転停止の事例が発生するなど、近年の厳しい財政事情から更新を含めた維持管理費の確保は極めて困難な状況にあります【図8】。

このため、これらの施設の役割低下が予想され、事故や災害の発生が懸念されています。

（２）防雪施設、凍雪害防止施設の維持管理費の新たな位置付け

従来、これらの維持管理費は除雪費等を除いて地方負担とされてきました【図8】。

しかし災害防除の性格の強いスノーシェッド、雪崩防止柵等の維持更新は、地域住民の冬期の安全な生活を確保するためには欠かせないものであり、また継続的に巨額の費用がかかることから1自治体で対応は困難であり、国が関与しなければならない課題と思います。

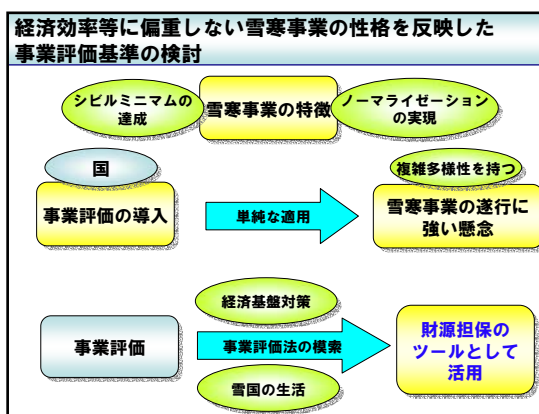
そしてロードヒーティングの運転費については、必要最低限の施設の維持管理費については除雪費と同様に位置付け、また更新についても「消雪パイプリフレッシュ事業」と同様の措置を検討する必要があります。

流雪溝は従来市街地での排雪に有効とされてきましたが、地域社会の高齢化から住民の自主管理が年々困難となり、その運営管理体制が急速に崩壊しつつあり、地域によっては撤退に追い込まれている事例も発生しています。

このため、流雪溝については維持管理費の在り方の前に、地域社会の高齢

化の進展に対応できるのか検証が求められます。この点については、後で横手市さんから事例発表があると思います。

2.5 経済効率等に偏重しない雪寒事業の性格を反映した事業評価基準の検討



【図9】

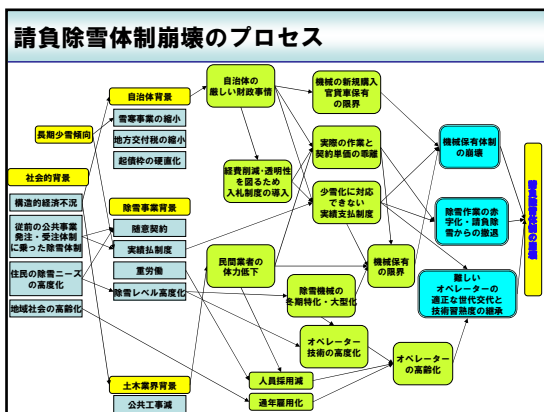
次に経済効率等に偏重しない雪寒事業の性格を反映した事業評価基準の検討ですが、国では効率的な公共事業の実施を図るため、事業評価システムの検討、導入を進めています【図9】。

雪寒事業は、大都市部から山間僻地まで、高速道路から生活道路といった生命を支えるシビルミニマム、高齢者のノーマライゼーション・福祉までを対象とする極めて複雑多様性を持った公共事業です。このことから、従前の費用便益手法や非市場評価法等を単純に適用することは雪国の住民生活、経済活動の基盤対策である雪寒事業の円滑な遂行に対し強い懸念を生じさせます。

雪寒事業も効率の面から改善の努力は実施すべきですが、いわゆるハコ

モノのような不要不急と指摘されるような事業ではないので、雪寒事業の性格に即するような事業評価法を模索し、事業評価を財源担保のツールにするような努力が求められます。

3. 請負除雪体制崩壊のプロセス



【図 10】

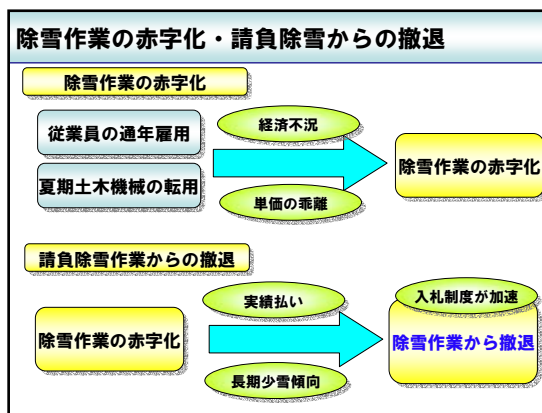
先ほどの請負除雪体制の再構築については、昨年 11 月に国土交通省、道府県、市町村から雪寒事業担当者を招き、ワーキング会議を開催しました。

ワーキング会議では、今後中長期的に請負除雪体制をどのように再構築していくかということを議論しました。

その中で、請負除雪体制崩壊の要因は、このように様々な背景と要素が複雑に絡み合っているということが確認されました【図 10】。

そして直接的な要因として「除雪作業の赤字化・請負除雪からの撤退」「機械保有体制の崩壊」「難しいオペレーターの適正な世代交代と技術習熟の継承」の 3 点が挙げられました。

3. 1 除雪作業の赤字化・請負除雪からの撤退



【図 11】

(1) 除雪作業の赤字化

除雪作業の赤字化・請負除雪からの撤退ですが、除雪が始まった当初、民間業者は、従業員の通年雇用のため、土木機械の有効活用のため、地域社会における使命感から除雪作業を請け負ってきました【図 11】。

こうしたことから民間業者は、少々の赤字でも受注するメリットがあり、また赤字だとしても夏の公共工事等の受注で冬期の除雪作業の赤字を消化できました。

しかし民間業者は近年の経済不況と公共工事減少により、急速に体力低下を起こす事態となっています。

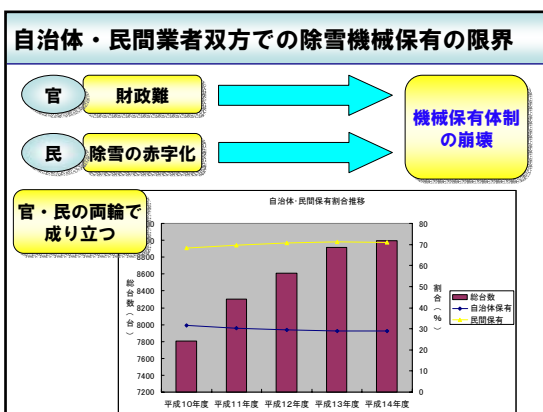
(2) 請負除雪作業からの撤退

そしてその赤字化は、さらに長期少雪傾向により出動回数が減少しているため、少雪で出動が無くても除雪機械とオペレーターの準備・待機が必要といった除雪作業の特殊性に対応できない実績支払制度が請負除雪作業の赤字化に拍車をかけ、民間業者の撤退が急速に広がる懸念があります【図

11]。

また各地で検討され始めた入札制度の導入は、地域と業者を切り離すことになりかねず、業者の地域への使命感が無くなれば、さらに崩壊を加速させる懸念があります。

3.2 自治体・民間業者双方での除雪機械保有の限界



[図 12]

次に自治体・民間業者双方での除雪機械保有の限界ですが、除雪機械体制は、このように自治体の保有、民間の保有という両輪によって支えられています [図 12]。

しかし自治体は近年の厳しい財政事情により、貸与機械の増強はもとより現状枠の維持も困難となりました。

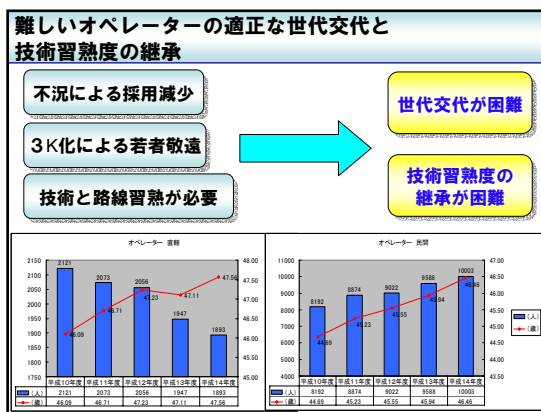
民間業者は除雪機械を除雪作業だけで償却しなければならなくなり、特に除雪に特化した機械を使用する業者ほど、償却が困難な状況にあります。

さらに近年の少雪傾向に実績払制度は対応できず、出勤回数の減少によって機械償却がより困難となっています。

このため民間業者による機械の保

有、とりわけ今後の更新は極めて困難な状況にあり、民間業者を当てにした機械保有体制は崩壊しつつあります。

3.3 難しいオペレーターの適正な世代交代と技術習熟度の継承



[図 13]

次に難しいオペレーターの適正な世代交代と技術習熟度の継承ですが、地域社会の高齢化を背景としつつも、長期の経済不況、公共事業の減少による体力低下のため新規採用が減少し、土木業界全体が高齢化しています。そのうえ通年雇用は年齢構成の硬直化の一因となり、高齢化がこのように進展しています [図 13]。

また若者の意識変化による除雪作業の重労働からの敬遠、定着率の低下も高齢化に拍車をかけています。

このことから熟練したオペレーターへの依存が強まり、適正な世代交代が困難となっています。

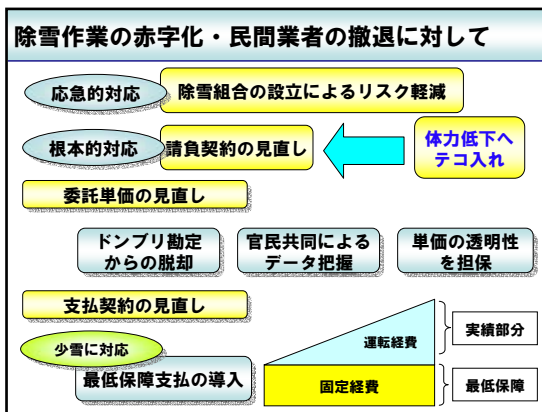
また除雪オペレーター作業は、路線単位の総合的知識と技術が不可欠であるため、路線単位に高度な技術習熟度が必要であり、その養成には 2~3 年の期間を要します。

しかし、オペレーターの養成に対する組織的取り組みは少なく、さらに適正な世代交代が進んでいない状況においては、現在の技術習熟度を継承していくことは困難であるといえます。

4. 請負除雪体制の再構築

これからは、こうした請負除雪体制をどのように再構築していくかという点を、問題提起も交えながら話したいと思います。

4. 1 除雪作業の赤字化・民間業者の撤退に対して



[図 14]

(1) 除雪組合の設立によるリスク軽減

除雪作業の赤字化・民間業者の撤退に対しては、応急的には一部の市町村で実施されているような企業による除雪請負組合の構成が考えられます

[図 14]。

(2) 請負契約の見直し

しかし根本的には請負契約の見直しによる体力低下へのテコ入れが必要です。具体的には、委託単価の見直し、支払契約の見直しを検討する必要

があります [図 14]。

①委託単価の見直し

単価見直しでは、機械経費・労務費・諸経費等で、行政の示す単価と業者の実勢単価のすり合わせ、適正な算定による委託単価の見直しが必要ですが、一般に国や道府県の土木工事基準単価を使用しており、適正に算出されています。

また企業ごとに異なる経費の考え方、今までの除雪事業が「どんぶり勘定」であった経緯から考えると、委託単価の見直しは非常に困難であると予想されます。逆にどんぶり勘定で夏の利益を冬の赤字に充てているから除雪が成り立っているといえます。

しかし、安定した除雪体制を継続・確立するためには、除雪単価について費目構成・単価設定について実勢との乖離が無いか官民共同によるデータの把握と公開の努力が求められ、それは発注の透明性の担保からも必要な課題と考えられます。

②支払契約の見直し

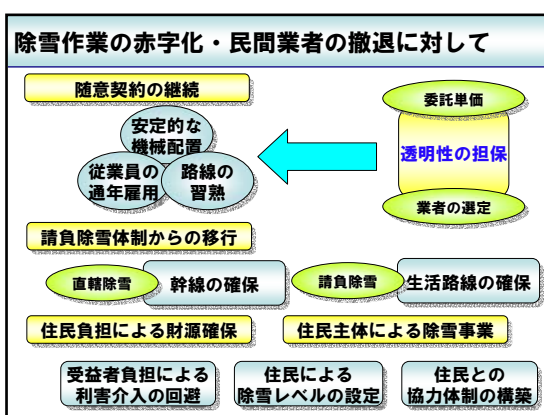
そして委託単価の見直しのほかに、赤字の要因となっている除雪事業の特殊性を加味した支払契約の見直しが必要です。

現在、主流になっている実績払では、近年の傾向となってきた少雪には対応できていません。また待機料も市町村の多くは支払っておらず、除雪作業の実態と乖離しているといえます。

このことから除雪事業の特殊性を加味した、少雪に対応する最低保障契

約の導入を検討する必要があります。

このほかに青森市、飯山市で導入されているシーズン契約、これは一冬の金額を当初に決めておく契約で、業者から見れば当面の運転資金の予測がつき、自治体からみれば補正予算で大きく予算がぶれることも無く安定的な財政運営が行なえます。今後このようなシーズン契約についても検証する必要があります。



[図 15]

(3) 随意契約の継続

現在、一般公共事業は、競争入札を導入し、これによって取引の透明性、経費の削減を図っています。しかしながら、単純な事業の透明性や財政の見地からの競争入札の導入は、これまで築き上げてきた請負除雪を崩壊させるか、地域の請負業者の分布などから形だけの入札システムに成りかねない落とし穴が指摘されています。

除雪事業の特殊性としては、路線習熟度が極めて重要であること、除雪機械を償却できる期間を通じた確実な事業受注見通しが不可欠であることが挙げられます [図 15]。

契約制度は事業の存立基盤に直結

する問題と考えられ、現時点の主流となっている随意契約は、請負除雪の実態と最も整合している点を評価しつつ、時代の要請となっている事業の透明性を担保するための入札制度等の導入については前述した事業が成り立つ単価の設定と情報公開等を検討していく必要があります。

(4) 民間業者による請負除雪体制からの移行

現在の民間業者による請負除雪体制の継続が困難な場合には、市町村による直轄除雪での対応を考えなくてはならないと思います [図 15]。

具体的には道路を幹線と生活路線に分け、冬季道路交通確保のため幹線は市町村による直轄除雪、生活路線は民間請負というように役割を分担することが考えられます。

この場合の幹線は、先ほどの雪寒指定路線の話しであったように、市町村合併後の道路交通網を新たな基準で再編成する必要があります。

(5) 住民負担による財源の確保、住民主体による除雪事業の実施

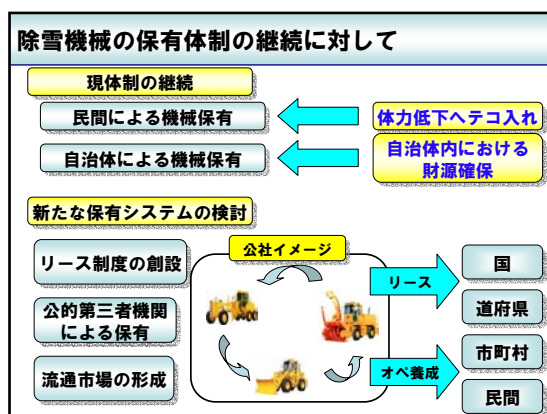
逼迫する財政に対応するには、生活道路の受益者負担の導入を検討しなければならないと思います [図 15]。

受益者負担については、住民の反対が予想されますが、除雪体制の維持を図るために導入することを、情報公開・説明責任を果たすことで理解は得られると思います。また生活路線は受益対象を概ね限定できるので、市町村合併による個々の地域の利害介入を防ぐことができます。

住民主体による除雪事業は、住民による民間業者への請負除雪であり、これに対して自治体が補助することが考えられます。現在、除雪レベルについて行政と住民との間に問題が生じていますが、住民の選択で除雪できるのでこうした問題はなくなります。

しかし地域によっては少子高齢化の進展で一層困難な状況にあります。市町村合併のなかで、除雪に関わらずいかに住民と一体になれるか、住民の意見を吸収できる体制を構築するかが今後の課題となると思います。

4.2 除雪機械の保有体制の継続に対して



[図16]

(1) 民間による機械保有

次に除雪機械の保有体制の継続に対してですが、民間の保有増強では、根本的には民間業者の体力向上が必要であり、このためには前述の委託単価、支払体系の見直しが根本的に必要です [図16]。

(2) 自治体による機械保有

自治体の保有については厳しい財政状態ですが、一方で除雪費は地方交

付税の道路橋梁費の寒冷補正度で十分に措置されています。地方交付税は一般財源なので、財政、住民を交え議論し除雪の認識を再構築する、あるいは事業評価で自治体内における除雪財源を担保する必要があると思います [図16]。

また民間による機械保有が困難ならば、自治体による機械貸与の増加、さらに進んで全面貸与へ転換するほかありません。雪は災害の性格を持ち合わせており、少なくとも一定の除雪水準を維持する機械は、自治体が保有すべきだと思います。

このため現在の機械購入補助制度についても、主要幹線の冬期道路交通に不可欠な機械整備のため、今後も必要と思います。

(3) 新たな保有システムの検討

自治体・民間双方が機械を保有できないのであれば、新たなシステムの構築を検討する必要があります [図16]。

①リース制度の創設

一部自治体からは保有を前提とした補助を見直し、リース方式による貸与に対しても補助を実施すべきであるとの意見もあります。

しかしながら、現在の購入補助制度がある限り、自治体からは新規購入のほうが財政的に負担が小さく、継続して使用できるという意見もあります。

現体制でリース保有は、応急的・限定的な対応に留まるのではないかと思います。

しかし自治体が高額な除雪機械を

単年度予算で計上、または現状以上の公債費を増高することは困難な状況となってきています。

このため予算の平準化を図る上でも除雪機械のリース借上げは、自治体、民間業者双方の機械保有の限界を解決する手法として次のテーマについて検討していくことを考えています。

②公的第三者機関による機械保有

リース方式を導入するに当たっては、国と地方の負担による除雪機械保有公社を創設することも考えられます。

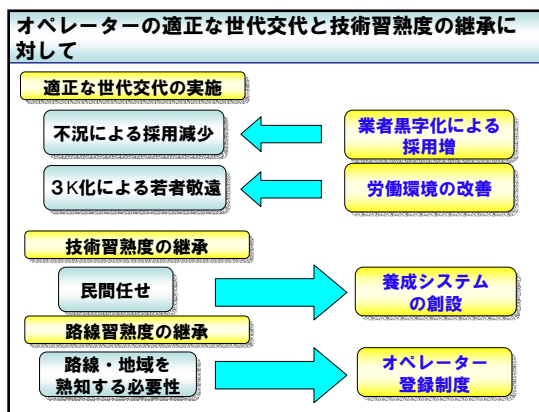
例えば、北海道地区、東北地区、北信越地区の各地区に設立し、その管内で除雪機械のリースを行なう、あるいは、市町村単位で公社を設立し、そこに地元企業の除雪機械を登録し、その維持管理は公社に任せることで、計画的な更新、除雪計画を立てることも考えられます。

(4) 流通市場の形成

除雪機械については中古も含め、あまり流通していないのが現状です。

中古機械では根本的な解決にならないが、応急的措置や中小企業対策として他地域から除雪機械の融通する市場の形成を図ることも考えられます。

4.3 オペレーターの適正な世代交代と技術習熟度の継承に対して



[図 17]

(1) 適正な世代交代の実施

次にオペレーターの適正な世代交代と技術習熟度の継承に対しては、高齢化の課題は様々な要因が絡んでいますが、原因のひとつは、民間業者の体力低下による採用減からくる土木業界の構造的要因があります[図 17]。

これに対して根本的には、民間業者の体力向上を図り採用枠を広げ、適正な世代交代を図るようにしなければなりません。

もうひとつは、労働条件の3K化であり、これに対しては労働条件・待遇等を改善し、すべての人が働きやすい環境をつくる必要があります。

(2) 技術習熟度の継承

①技術的習熟

技術習熟度の継承では、オペレーターの機械操作といった技術的習熟は、ほとんどの地域で請負先の業者に任せている状態です[図 17]。

現段階では技術習熟は大きな課題となっていないが、地元中小企業で対

応するのには限界があるため、将来的には請負業者と自治体が共同してメーカーと国の協力を得て、安定的に優秀な人材を供給する養成システムの創設を検討する必要があります。

②路線習熟

路線習熟の継承では、除雪オペレーターは、機械操作といった技術的習熟のほかに、路線・地域に習熟することが求められます。

このため、路線毎にオペレーターを登録するオペレーター登録制度の創設を検討する必要があります。

除雪事業は災害の要素も持ち合わせており、一定の国の関与も必要です。

今後、雪寒事業の位置づけについて国・地方が協力して検討しなければならないと思います。

また市町村合併がきっかけに、行政と地域の結びつきの薄れ、さらには除雪事業の崩壊とならないようにしなければならないと思います。

5. おわりに



[図 18]

住民にとって除雪とは、正に生きるか死ぬかの生命線であり、除雪があるからこそ、その地域に生活できるのです [図 18]。

長期不況や地方分権の推進と三位一体の改革により、地方は限られた財源の中であっても有効な手法を検討しなければなりません。

今回の話の手法のいくつかは国に頼らなくとも、自治体の創意工夫で実現できるものもあります。その一方で、

Q&A

福井県雪対策・建設技術研究所 総括研究員 宮本 重信

Q ロードヒーティングの運転費、特に維持管理費用を国とかそういうところに出してください、という話が過去にも積寒協だったか、出たりするんですよ。私はずっと融雪の技術に関わってきた人間として気になっているのは、こういう電気ヒーターとか石油を燃焼させたものについて補助金が出ると、こういうものがどんどん普及して地球温暖化などに関わってくるのではないかと危惧しています。

例えば福井市でも橋のところですけども、いろいろな事情で地下水が取れないということで、4,000平方のロードヒーティングをしました。年間600万円ほどの電気代を払っていて、これに懲りて福井市ではもうあまりやらないでおこう、ということになっているんですね。それをこういう維持費の部分を全部そういうところから・まあ出るかどうかは別としまして、やられると本当に社会全体としていいのかなと思います。地球温暖化を抱えている現況を考えると本当にいいのかなと思うんですが、どうなんでしょうかね？

全国積雪寒冷地帯振興協議会 林 智和

A ロードヒーティングの件で地球温暖化につながるということなんですが、私も考えていますのが全てのロードヒーティングに対して補助措置を求めるというものではございません。必要最低限の部分では必要ではないかと思えます。ロードヒーティングの維持更新は自治体では対応するのが非常に困難な状況になっている。この状況を打開するにはやはり国の補助金等も考えなければならぬ。

一方で温暖化につながるという指摘ですが、これについてはこれから福井県さんからご紹介ありますが、地中熱を使ったロードヒーティング等そういった物にも切り替えていく努力が必要だと考えています。ご質問の答えにはなっていませんが幹線部分について、必要最低限の部分には必要なのではないかと考えているところです。

福井県雪対策・建設技術研究所 総括研究員 宮本 重信

Q 逆にですね、環境に優しいそういうふうな技術を、同じ公共事業やっても環境に負荷のない技術について補助をすとか、こういう政策に替えていくことが求められているのかなと、私自身は思っているんです。そういうことも考えてやっていくことが大切なのかなと思うんです。

全国積雪寒冷地帯振興協議会 林 智和

A 解りました、ありがとうございました。

請負除雪体制並びに消融雪施設の新たな維持管理システムの模索

札幌市建設局管理部雪対策室

事業課事業係長 田中 勝美

計画課計画担当係長 品田 秀利

1. 請負除雪体制について

札幌市雪対策室の田中と申します。よろしくお願ひします。

1-1. はじめに

「除雪体制の現状と課題」という事で、除雪事業というものは冬期交通の確保という事で欠かせない重要な事業と考えております。しかし札幌市においてもこういう課題・問題が現在発生してきている状況であります。

1-2. 札幌市の気象



【図1】

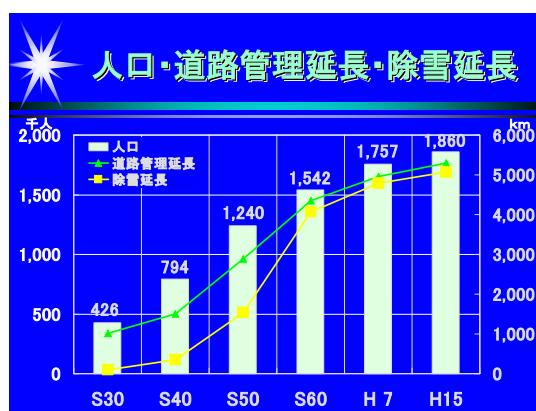


【図2】

札幌市は石狩平野の南西部に位置しまして、大陸の気候に左右されやすく、夏は爽やかですけれども冬は寒冷

で雪が多く、およそ5ヶ月間に渡って雪の影響を受けております【図1】。年間降雪量は30年平均ですが、496センチと約5メートルの降雪があります。平成7年度は大雪で668センチと過去最高、観測史上第1位の降雪量を記録いたしまして、最近は気象の変動の大きい気象になってきています【図2】。

1-3. 札幌市における除雪の歴史



【図3】

まず除雪事業を行う指標ですけれども、人口・管理延長・除雪延長です【図3】。現在札幌市は、186万人の人口で降雪量5メートルというのは、世界でもまれな都市となっています。昭和47年に冬季オリンピックの開催、それから政令指定都市ということもあって47年以降急激な伸びを示しております。除雪の関係ですと47年にオリンピックの開催ということもありまして除雪の計画、色々な5カ年計画もその当時策定されました。それから53年には8メートル以上の道路を全て除雪する、ということを出したものですから、このグラフでは53年は入っておりませんが、53

年から急激に伸びております。今年度につきましては、道路管理延長は5,300キロ、除雪延長は5,100キロ、除雪率93%になっております。

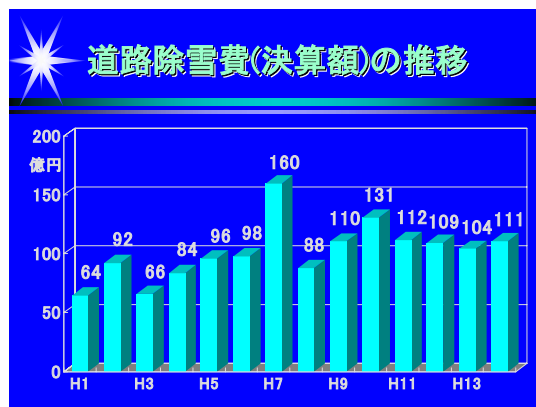
1-4. 人口と除雪



【図4】

除雪の道路種別を定めております【図4】。それぞれの道路種別に応じて圧雪圧の基準ですとか、路面管理基準、除雪サービスレベルを設定しております。車道・歩道の除雪は、概ね10センチ以上の降雪があった場合に出動することにしてあります。幹線系と生活道路系の回数がそれぞれ違います。幹線系は2,300キロぐらいございますけれども、年間通して約20回の出動がございます。生活道路の3,000キロについては、約15回程度を計画しまして、年の降雪によって違いますが、約20回と15回、それから歩道除雪につきましては、17回と多少歩道が多くなっております。5,100キロといいますとJRの路線に置き換えますと、札幌から九州の鹿児島に行って折り返しまして、函館に着くような距離に匹敵いたします。札幌市は降雪10セ

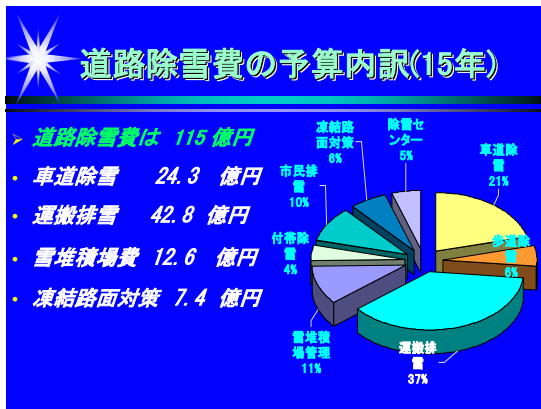
ンチくらいで出動するわけですが、その時に使われる機械の台数は、約1,000台、それから約3,000人の従事者が必要となっております。



【図5】

【図5】は決算額ですが道路除雪費だけでございます。元年と11年、元年度は64億円、図では平成14年までしか入っておりませんが、決算額ですので111億円を要しており、約1.7倍になっています。道路延長の自然増、除雪のレベルアップもございました。それから平成4年度以降スパイクタイヤの廃止、スタッドレス化に伴って凍結路面对策についても強化し、事業費が増加しているところでございます。

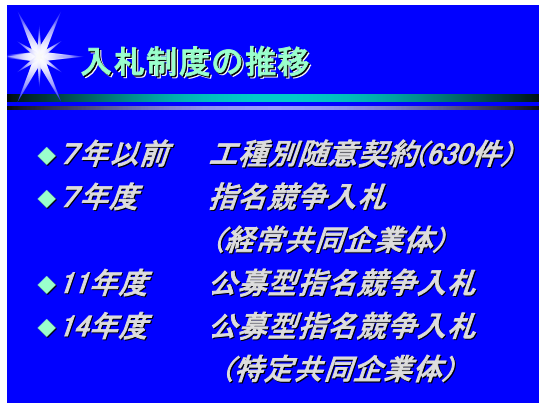
先ほど申しました平成7年668センチの大雪が降ったということもありまして、この時160億円の予算を結果として使いました。ほとんどが排雪費用だったということがございます。



[図 6]

[図 6] は今年度の道路予算ですが約 115 億円を計上しております。車道が 24 億円、運搬排雪が 43 億円、雪堆積場 13 億円、凍結路面对策 7 億円というふうに 115 億円を用意しております。今年 12 月は余り降雪もなく、今年は少し余るのかなと思っていましたけれども、先週大雪が来まして、高さ 2メートルぐらいの雪山ができたものですから、今週の土日は排雪を開始したところでございます。この 115 億円のうち排雪関係が約 6割を占めている状況になります。除雪の延長、それからレベルアップに伴いまして事業費の増加っていうのがあります。

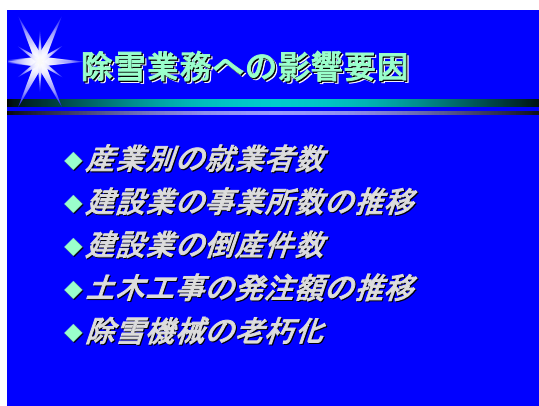
1-5. 除雪業務契約制度の変遷



[図 7]

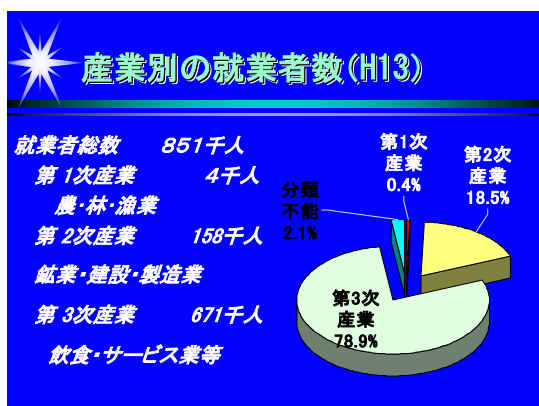
それから市民ニーズが高度化・多様化している現状で、入札制度の改善も行ってきております。平成 7年以前については、車道・歩道といったコースごとに随意契約で発注を致しまして、全市で 630 件になっておりまして、それも 7年度以降区域を決めて指名競争入札というふうに変えております。平成 11年からは透明性、公平性、競争性という観点に立って公募型の指名競争入札を行っています [図 7]。14年には經常企業体から共同企業体を作りやすいようにするために特定共同企業体方式にもしています。しかし応募する企業が年々減少している状況にあります。

1-6. 公共事業縮減等による除雪業務への影響



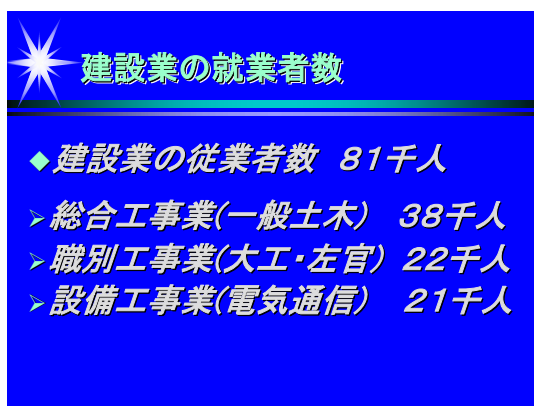
[図 8]

最近の除雪業務の影響ですが、様々な就業者数ですとか事業所数、倒産件数、発注額の減少、老朽化といった様々な課題を持っています [図 8]。



[図 9]

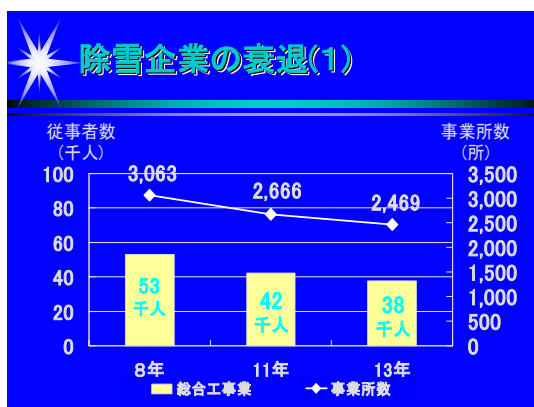
札幌市の産業別就業者数は全体で 85 万人おりますが、1 次産業 4 千人。2 次産業、これが除雪関係になりますけれども約 16 万人。3 次産業が 67 万人ということで、中枢機能の集積を背景にしております、サービス業、飲食店を主体とした 3 次産業が 67 万人と極端に偏っているというのが現状であります [図 9]。



[図 10]

2 次産業のうち建設業については全体の 11%に相当しています。建設業が 8 万人おりますけれども、そのうち総合工事業一般土木の 3 万 8 千人が除雪に関係のある方であります。他に職別工事業ですとか設備工事業、大工さん電気関係は除きますので約 3 万 8 千人が除雪に関係しています [図 10]。

1-7. 除雪事業の現状と課題

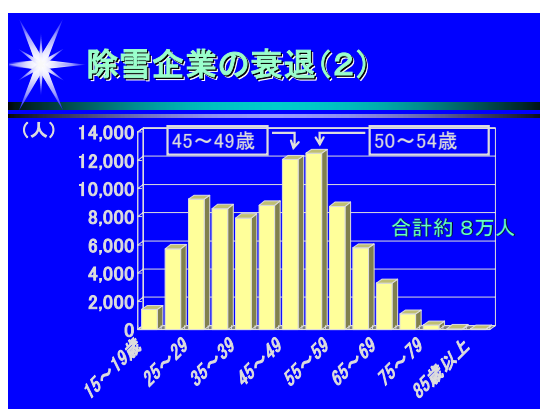


[図 11]

除雪企業の衰退してありますけれども総合工事業従事者の 8 年と 13 年を比較しています [図 11]。人数でいきますと 5 万 3 千人から 3 万 8 千人ということで、1 万 5 千人の減少ということになっています。また事業所につ

いても約 600 社の事業所が減少しているという状況です。

者もこの中に含まれています。



[図 12]

次に年齢構成ですが 50 歳から 54 歳、45 歳から 49 歳の世代が多くなっています。特に除雪業務ということもあって、深夜の過酷な作業ですから従事者の安定した確保が困難になってきています。また最近若者から敬遠されている職種でもありまして、そういう事を考えますとこれから更に従事者の高齢化が進むと考えられます[図 12]。



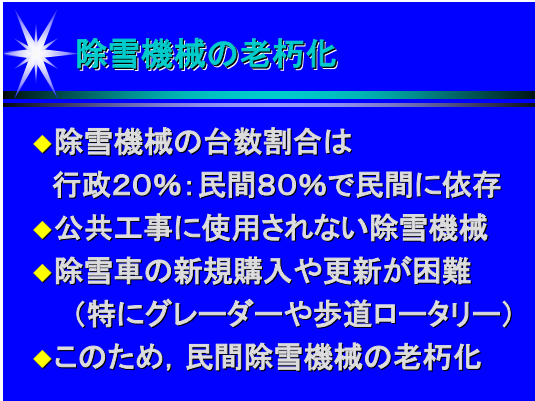
[図 14]

[図 14] のグラフは札幌市の公共工事・土木工事の発注額の推移を表しています。平成 7 年、8 年がピークで 790 億円ほど発注額がありましたが平成 15 年には 470 億円ということで約 4 割の発注減と異常なペースで毎年下がっている状況であります。このため建設業では公共工事の縮減、景気の低迷により民間需要の停滞もあります。その結果業界の競争激化もありますし、利益率が低下しています。当然入札しますと 25%、30%減の入札結果ということですので、当然利益も上がらないような状態で入札されている状況にあります。



[図 13]

[図 13] のグラフは建設業における近年の倒産件数を表しておりまして、7 年から 14 年まで表していますが平均でいきますと 120 社が毎年倒産しています。最近除雪に参加していた業

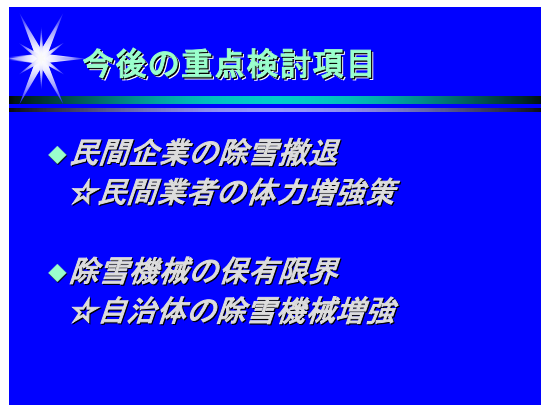


[図 15]

次に建設業の除雪機械の老朽化についてです [図 15]。除雪機械割合は札幌市が 20%、民間保有が 80%という事で、民間に大きく依存している状況であります。最近では夏の工事に使う機械、公共工事に使う機械はリース化が進んでおりますし、特に除雪グレーダーですとか歩道ロータリーについては、夏はもう使えませんが民間においては新規購入・更新というのは全く難しくなっています。これを考えると今後民間で保有している機械の老朽化も考えられます。特にグレーダーなんていうのは、最近夏の工事は全く無くなってきていますので、除雪だけにしか使わない機械になってきています。札幌市では 20 年以上持っている企業もあります。

今後民間企業の撤退という事が有りますし、それから除雪機械を更新・新規を含めて保有しなければいけない民間・自治体にしても相当な負担があると考えられます。

1-8. 今後の対応策について



[図 16]

最後になりますが請負体制が困難になっているというのは、先ほど申し上げたように、公共工事が急激に縮減してきた業界の競争激化、利益低下、更には深夜過酷な作業ということもあります。それから気象状況に応じて出来高が変動しやすい、企業の経営が不安定になっている、というのが大きな理由になります。今に始まったことではございませんけれども、今まで解らなかった、というか意識をしていなかった、平成 7 年以降企業に大きく頼りすぎた、ということも現状にあります [図 16]。

1-9. おわりに

このような大きな課題、今後解決する方策があるのかというと、札幌市においても自治体で機械を増強する対応策も検討しておりますし、補助の要望もしているところでございます。けれども、そう簡単にこの問題は解決できないと思っています。各都市においても大なり小なりこういう事態が発生すると考えられますので、こういう

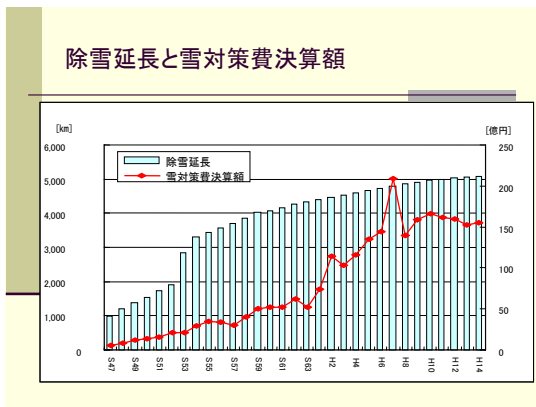
セミナーで私どももいろいろ今後勉強していきたいと思います。

以上で終わらせていただきます。ありがとうございました。

2. 消融雪施設（ロードヒーティング）について

札幌市雪対策室計画課の品田と申します。私のほうから消融雪施設ロードヒーティングについてと、新たな路面管理手法ということでお話をさせていただきたいと思っております。

2-1. 札幌市におけるロードヒーティングの整備経過（車道）



【図 17】

【図 17】が毎年の雪対策費の決算額です。昭和 47 年から示しております。私どもは毎年 1 年に 1 回、市政世論調査を行います。それで「充実してほしい施策」で必ず除雪というのが 1 位になります。これが 25 年連続 1 位になっております。そういったことから我々も除雪・雪対策の予算をずっと延ばしてきました。25 年前の昭和 53 年に大体 20 億円くらい有りましたが現在は 150 億円を越えて、7 倍ぐらいにしているんですが、まだ 1 位である。これはなぜかなど考えるんですけども、札幌市民が多分夏と同じように歩きたい、車で走りたい、というふうに考えているのかと思っております。基準

を夏場にしているのもそういった世論調査になってしまうのかなと思います。150 億円までしてしまったわけですが、もうこれ以上というのは、伸ばすことは難しいと思います。

ロードヒーティングについてですが、ロードヒーティングというのは、市民が求める夏と同じように走りたい、歩きたい、これに近いものを作る施設です。ですからこれを停止して他の方法にするというのはかなりの抵抗がございました。議会でも問題になりましたし、マスコミからも「安全よりも経済性を優先するのか。」ということで非常に抵抗がございました。ロードヒーティングはご存知のように光熱費が相当かかります。この間北海道管理局の方とお話した時に「千歳空港の滑走路を全部ロードヒーティングすると、原子力発電所が一基いる。」というようなお話をされておりました。またロードヒーティングは非常に耐用年数が短い、大体 15 年で改修が来るということになります。

整備年次計画	ヶ所数	延長(km)	整備面積 (㎡)	国庫補助整備面積 (㎡)
第1次整備 (S63~H4)	167	19.9	100,700	6,131
第2次整備 (H5~H8)	150	13.5	56,182	4,766
フォローアップ事業	11	1.1	6,421	3,250
合計	328	34.5	163,303	14,222

【図 18】

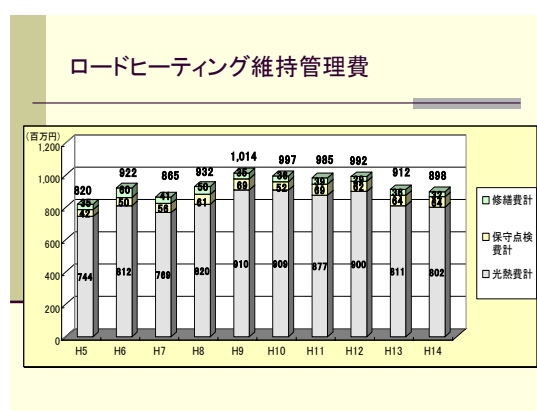
では札幌市は何でそんなロードヒーティングを整備したか、というお話

でございます【図 18】。昭和 38 年に発売されましたスパイクタイヤというのは昭和 50 年代で装着率 100%です。この結果、毎年車粉と舗装の磨耗に札幌市は悩んでおりました。また健康への被害も懸念されておりました。そういった世論の高まりから昭和 62 年に「札幌の町を車粉から守るためスパイクタイヤの使用を規制する条例」を施行いたします。その当時、スタッドレスタイヤは坂道での停車発進が非常に困難である、ということでロードヒーティングの幹線道路を主体としまして第 1 次整備を昭和 63 年から始めました。ご存知のように平成 2 年に「スパイクタイヤの粉塵の発生防止に関する法律」というのができまして、平成 4 年 4 月からは罰則が施行されました。

平成 4 年はスタッドレスタイヤの元年となります。この時に私たちが直面したのは「つるつる路面」なんです。非常に滑りやすい路面が発生したんです。これはある大学の先生によりますとタイヤローラーの原理だと言うんです。要するにタイヤで一生懸命転圧して平たんに仕上げているから発生するんだ、ということです。まあそういった「つるつる路面」が発生したということで、このために我々も残雪を残さない徹底した除雪と凍結防止剤の散布というのを行ってきました。あわせて坂道ロードヒーティングについても補助幹線も含めまして行っていくというのが、平成 5 年から 8 年の第 2 次整備でございます。ただこれ

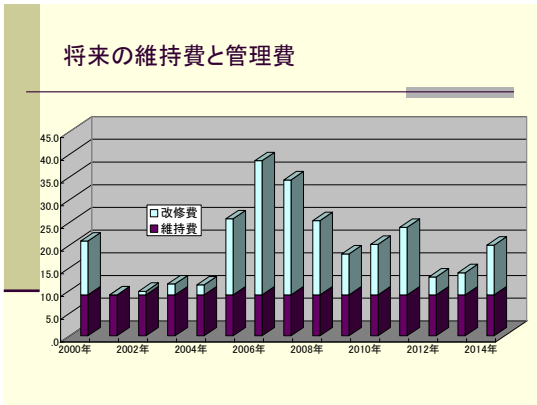
は既設の道路の改修でございます、新設の道路はこの表には入っておりません。後ほどご紹介します「主要市道南 19 条宮の沢線」これもこの表には入っておりません。こうして整備したロードヒーティングが平成 9 年には 28 万㎡近くにもなるということになります。

2-2. 現状の維持費と将来の改修費



【図 19】

当然維持管理費も増大いたします。最盛期の平成 9 年には光熱費で 9 円億、保守点検改修費を加えますと 10 億円になりました【図 19】。平成 10 年度から 12 年度まではちょっと減ってきます。後ほどお話しする「南 19 条宮の沢線」約 3 万㎡、これを路面管理手法の変更を行いまして、ロードヒーティングから凍結防止剤と除雪による方法に変更しました。また最近では、13 年あたりそうなんですけれど、電気代が非常に安くなったということで下がっています。14 年については新たにロードヒーティングも 7 区間で停止していますので減ってきております。



【図 20】

ただ維持管理費だけでなく我々が一番心配だったのは、実は改修費なんです。改修費をシミュレーションしたものが【図 20】でございます。耐用年数 15 年ということでシミュレーションいたしました。すると平成 19 年度にはその改修費だけで 30 億円かかる。このロードヒーティングは耐用年数が短いというのはわかっていたんです。今考えると反省ですけれども、ロードヒーティングが整備した時はちょうどバブルの時代だったわけです。ですから「将来の改修費用なんか何とかなるだろう。」と、こういうような形で来たっていう甘さがあったというのは否めません。

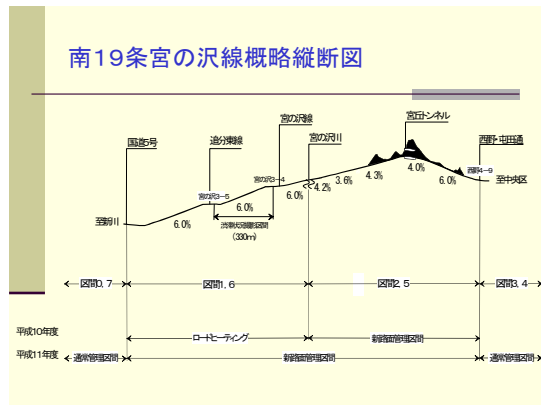
ところが現在の経済社会状況は変わってしまいました。札幌市におきましても「行財政改革推進計画」という事で「DR 運動」及び「事業再評価プログラム」こういった形で進められています。したがってこの「将来の改修費の山」これを何とか押さえなければいけない、という事になります。そこでロードヒーティングを停止して凍結防止剤と除雪で対応ができないか

ということで「主要市道南 19 条宮の沢線」で平成 10 年から 12 年まで 3 カ年かけ実験を行いました。

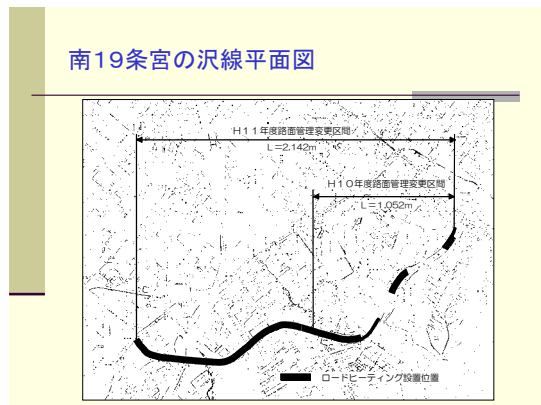
2-3. 冬期路面管理手法の調査（主要市道南 19 条宮の沢線における実験）



【図 21】



【図 22】



【図 23】

南19条宮の沢線 試験概要

延長・面積	平成10年度	平成11年度	平成12年度
RH延長 (m)	1,090	0	0
凍結防止剤散布延長 (m)	1,052	2,142	2,142
RH面積 (㎡)	21,245	0	0
凍結防止剤散布面積 (㎡)	20,405	41,650	41,650

車道延長 2,142m 車道面積 41,650㎡ ロードヒーティング面積 30,822㎡

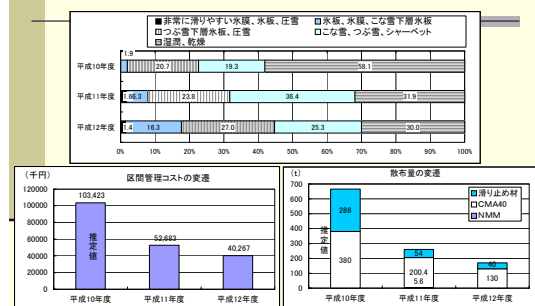
[図 24]

[図 21] の「主要市道南 19 条宮の沢線」というのは札幌市の中心部からかなり西側の方にごぞいます。新設された道路で平成 2 年から平成 5 年の間に新設されております。山の際を走っているということで非常に縦断勾配がごぞいます。

道路構造令で定めている、「冬期交通の多いと予想される場合には勾配 6% で抑えるべきである。」というのを当時採用いたしまして、6% 区間のところがほとんどとなっております。頂点にトンネルがごぞいます[図 22]。その当時、開発局の報告書の中に、「スタッドレスタイヤで発進が困難になるのが 4% である。」と報告されておりますので、その 4% を越える部分にロードヒーティングをしています。したがって非常にロードヒーティングになっております。延長が 2,142m、車道面積 41,650 ㎡のうちロードヒーティングが 30,822 ㎡、全体の 74% がロードヒーティングと非常にヒーティングの多い路線になっております [図 23]。このロードヒーティングを停止

して路面管理手法を変更するという実験ですけれども、平成 10 年度はトンネル側の方、[図 23] の右側の方です。11 年度からは全体を停止して行っております。平成 10 年度は約 1 万㎡ほどロードヒーティングから除雪と凍結防止剤散布による方法に切り替えました。平成 11 年度からは残りの 2 万㎡も変更を行って、3 万㎡の変更を行ったということになります。平成 10 年度と 11 年度については本当にこの方法が路面管理手法として妥当なのかという検証。11 年度と 12 年度については管理コストの縮減についても検証を行っております [図 24]。

南19条宮の沢線 路面管理手法変更評価



[図 25]

[図 25] が路面管理手法の変更の結果です。平成 10 年度は最初に止めるということで凍結防止剤も滑り止め剤もかなりの量を撒きました。その結果「非常に滑りやすい氷膜・氷板・圧雪」とか「氷膜・氷板・こな雪下層氷板」こういった路面水準を合わせても 1.9% しか出なかったとかなりの高水準だったのと、パトロールを除いた管理費用も 1 億円程度かかっていたということから、もう少し管理水準を落と

しても良いんじゃないか、という事で平成11年度と12年度は凍結防止剤・滑り止め剤ともかなり抑えています。そうすると当然ながら路面状態「滑りやすい」というのが増えるわけなんですけれどもなんとか20%以下に収まったということで3カ年のこの実験を通してロードヒーティングの停止をして路面管理手法の変更も可能ではないか、ということです。

この間交通事故の報告も特になかったんです。またこれを行うにあたっては地元の町内会の協力も必要であったということもお話しておきたいと思います。特にこういった路線でしたので冬でも車がビュンビュン飛ばして走るということで、80キロ、90キロと飛ばしてくる車が多かったので、地元の町内会からもそこまで要らないんじゃないか、という事があって、ご協力いただいたということです。

2-4. 新たな路面管理手法の確立とロードヒーティングの停止

札幌市雪対策基本計画アクションプログラム (平成12年度～平成21年度)

- 縦断勾配がおおむね6%以下の幹線道路のロードヒーティングを停止し、除排雪と凍結防止剤散布による路面管理手法へと変更する。
- 平成21年度までに上記の対象となる84区間について路面管理手法の変更を行う。

- 平成14年度は3路線7区間で実施。
- 平成15年度は6路線8区間で実施。

【図26】

そこで札幌市では平成12年度から平成21年度まで札幌市雪対策基本計

画及びアクションプログラムというものを設定しております【図26】。中期の計画です。このアクションプログラムの中で路面管理手法の変更というものを打ち出しました。「19条宮の沢線」の実験からも縦断勾配が概ね6%以下の幹線道路のロードヒーティングを停止して除排雪と凍結防止剤散布による路面管理手法に変更する。平成21年度までにそういう対象となる84区間について行いたい、という事で打ち出しました。平成14年度は3路線7区間で実施しております。平成15年は6路線8区間で実施しております。先ほどの「南19条宮の沢線」みたいに4万㎡の車道面積のうち3万㎡、全体の4分の3がロードヒーティングだということは札幌市内でもそんなにありません、というよりそこしかなかったんです。通常は数百㎡程度が点在するという形であります。

路面管理強化区間強化内容

路面管理強化区間		ヒーティング停止箇所を含む一定区間	
工種	通常路線	路面管理強化区間	強化増分
車道除雪	25回	30回	5回増
拡幅除雪	5回	7回	2回増
交差点排雪	—	2回	
散布回数	80回	320回	240回増
バトロール回数	1日1回程度	1日4回	

凍結防止剤の散布は主要幹線と同じく120m/120mとする

【図27】

路面管理手法を変更するのにどうするかという事で、こういったことを考えてみました。数箇所のロードヒーティングをグループ化しまして、停止区間を含む一定区間を管理強化区間

とする。その部分で全体のレベルアップを図る、ということにしております【図 27】。ということで車道除雪・拡幅除雪、それからもちろん散布回数も大幅に増やしております。それからパトロールについても1日4回、これは凍結防止剤の持続時間6時間と言われておりますので、これを基に1日4回ということをやっております。普通の幹線道路ですと、例えば120mあったら120m全部は撒かないので30m程しか撒いていません。しかしながらここは主要幹線と同じく全面散布とする、ということで大幅なレベルアップを図ったということがございます。

平成14年度調査結果

		すり跡 (滑らない・あまり滑らない)	路面状況 (凍結路面 (%)発生率)	加減速度 (平均値)	平均旅行速度 (日平均)
白石藻岩・羊ヶ丘	上り勾配	94.8%	8.3%	加減速度：0.218 減速度：0.190	24.3km/h (全路面状況) 25.0km/h (凍結・乾燥路面)
	路面管理強化区間	94.6%	7.1%	加減速度：0.220 減速度：0.188	
	下り勾配	96.0%	4.9%	加減速度：0.208 減速度：0.188	
	路面管理強化区間	95.8%	6.5%	加減速度：0.208 減速度：0.178	
南郷	上り勾配	85.7%	10.7%	加減速度：0.238 減速度：0.228	24.8km/h (全路面状況) 25.7km/h (凍結・乾燥路面)
	路面管理強化区間	89.3%	10.7%	加減速度：0.208 減速度：0.188	
	下り勾配	85.7%	11.6%	加減速度：0.220 減速度：0.208	
	路面管理強化区間	85.7%	10.7%	加減速度：0.238 減速度：0.228	

【図 28】

【図 28】が平成14年度の調査結果です。凍結路面の発生というのが10%程度、ちょっと南郷の方が10%を超えていますけれども、ただ南郷については停止発進に必要な加減速度では白石藻岩・羊ヶ丘を上回っているということですし、一般に加減速度は0.2G前後でと言われておりますから、特に低くないので、概ね良好な管理ができたんじゃないかと思っております。

RH停止箇所における事故件数調査 (単位 件)

豊平区			
	H13	H14	対前年比
人身	12	9	-3
物損	29	19	-10
計	41	28	-13

合計			
	H13	H14	対前年比
人身	15	12	-3
物損	38	31	-7
計	53	43	-10

厚別区			
	H13	H14	対前年比
人身	3	3	0
物損	9	12	3
計	12	15	3

【図 29】

【図 29】はテキストには入れていなかったのですが、道警さんからの協力を得まして、ロードヒーティングを停止したけれど事故の件数はどうだったのか、ということで調べた資料です。豊平区と厚別区の2箇所较去年止めておりますが、豊平区については13年に比べて事故が減った。厚別区については物損で3件くらい増えていますけれども、全体としては停止したからといって増えたという事はない、ということが言えると思います。

2-5. おわりに

今後につきましても今年も6路線8区間でロードヒーティングを停止しております。路面管理手法を変更しております。現在のところ特段のトラブルもなく過ぎており来年度以降もさらに推進していくことを考えております。

以上でございます。

Q&A

防災科学技術研究所 長岡雪氷防災研究所新庄支所 阿部 修

Q 札幌市さんにお伺いしたいんですが、住民の要望としては雪対策の要望が毎年トップになっているけれども、除雪費の負担が財政を圧迫している、ということでギャップがあるわけです。けれども行政側としては、財政の面からするともうこれぐらいのレベルしかできない、という住民に対する、最近の言葉で言う説明責任と言いますか、その辺のところはどのようになさっているのかちょっとお伺いしたいと思います。

札幌市建設局管理部雪対策室事業課事業係長 田中 勝美

A ただいまのご質問ですが、昨年市長も変わりまして、市民との基本的な対話を大事にするということもございます。今までトータルで 153 億円かかっておりまして、そのうちの道路除雪費 115 億円ということになっています。

要望の 25 年間連続なんですけれども、最近事業をよくやっている評価でいきますと第 2 位になっています。ですから市民からも一生懸命雪対策に取り込んでいるという評価をいただいているものの、苦情件数とか見ますと年間 2 万件とかというオーダーですので、まだ市民に対してすべてやっている事業の説明が足りていないのではないかなと思っています。

ただ「広報さっぽろ」というのを月 1 回出していますが、その中でも冬のガイド帳ですとか、小学生の副教材等、色々PR しているつもりなんですがなかなか市民側からすると小さい記事であったりするものですから、評価されていないのが実情であります。ただ今後 150 億という数字で延ばしきれない、税収も落ちていく、ということもありまして、そういう意味からするともっと説明をしていかざるを得ないだろうと思っています。

財政の方もその財政の税収の落ち込みを予測したものを、パンフレットにしましてそれを機会があるごとに PR してほしい、ということも言われておりますし、今市長の要望もあって出前講座っていうのを一部っております。色々な福祉ですとか雪、20 人以上の人が集まって要望があれば私どものほうから行って、その事について説明をするという事をやってきております。そういうことから雪も福祉も出前講座等小さいことから着実にやっていきたいと思っております。

以上でございます。

横手市における流雪溝の現状と課題
(高齢化と市街地空洞化への対応と展望)

横手市流雪溝利用組合連絡協議会
会長 土田 徹夫

ご紹介いただきました土田と申します。今日、私は横手市流雪溝利用組合連絡協議会会長という立場でお招きいただきました。本業は米の会社を営んでおりますが、年に4分の1ほど市役所に行って、議員としての報酬を25年間もらっております。

1. 横手市における流雪溝建設の歴史

1-1. 横手市の位置と自然環境

横手市はご存知でしょうか秋田市から福島の方に行きます国道13号線、それと本庄市から宮城県の気仙沼に行きます107号線の接点でありますし、また国道13号線に沿って奥羽本線が東京に向かっておりますが、それから一番短い距離で岩手県に向かう北上線の始発駅でもあります。さらに高速道路も秋田道路から東北道路に向かうためには横手からインターチェンジで北上に向かう、更に横手から今現在湯沢までしか出来ておりませんが、将来は福島県の相馬市まで来る東北中央道路の基点でもあります。あえて申しますと横手市は東北地方の秋田県内で太平洋と日本海を結ぶ線の間にあって交通の要衝であり、秋田県の南の玄関であると自負しております。

交通の要衝と申しましたが、実は困ったことに、横手市は秋田県と岩手県の境にあります奥羽山脈と出羽丘陵に挟まれました横手盆地のほぼ中央に有ります。盆地特有の気候で夏暑く冬寒い。山際にありますので特に冬の場合雪の量が多い。年間の降雪量が累

計してほぼ6メートルに達し、積雪量も例年1メートルを超えて、それではないから「かまくら」という雪のむろを作って宣伝しておりますが、まったくもって雪の町でございます。

1-2. 流雪溝の起源

横手市の流雪溝は昭和18年からスタートしております、最初は駅の構内に自然水を利用してやりました。機械除雪は昭和30年代からバス路線を主体に実施しております年々広がってきておりました。

1-3. ヨンパチ豪雪

それが昭和48年、49年、秋田測候所はじまって以来という大豪雪に見舞われました。横手市の最高積雪量が平年1.3メートルぐらいですが、この年は2倍を超えて2.59メートル。特に1月の25日から26日までの24時間中に降った雪が1メートルを超えました(参考資料1)。

もうすでに機械除雪をしておりましたので、雪を投げるためにも捨てるためにも、道路だけは絶対に確保しなければならぬと十分解っていたのですが、1日に1メートル降りますと屋根がギシギシと、もうこのままでは家がつぶれてしまうというので最初の1人が道に雪を投げますと、もうこれまで、とみんないっせいに道路に雪を投げちゃったんです。そうしたらもうみんな2階から出入りするしかない。

私、店をやっておりますけれども自

分の店に座って見えますのは、人の膝より下の足しか見えないぐらいに完全に雪に埋まりました。線路も除雪が限界になりまして、交通麻痺が10日以上続いて幸い火事にはならなかったが、もし火事になったら消防車も出られない。商店の商品はソーセージ1本さえないほど食べる物も無い。医者も病人が出ても行けないという状況。昔、車なんか無かった時代は冬になれば道路が高くなるのは当然で、人の家に入って行くには階段下りるのが当然だったのですが、車社会になりますと、もう車が通れないとなると完全に市民の生活を根本から揺るがしてしまうので、大変な事態になりました。最後には自衛隊に出動をお願いしてやっと10何日ぶりに開通しました。

私の資料に写真を載せていますのでご覧願えば大体状況がお分かりとお思います。2階より高い雪、自衛隊の出動、横手の川が全部雪で埋まってしまうという状況、ご理解いただけるとお思います（参考資料2）。

1-4. 「豪雪に関する調査書」

このような大豪雪、市民からも何とかしてくれ、という声が当然出ました。県でもプロジェクトチームを作りまして、豪雪に関する調査研究報告をまとめたんですが、その中で雪害対策として機械による除雪・排雪とか、あるいは消融雪装置等、色々あるけれども何と言っても「流雪溝の整備が最も効果的である。」と、この報告書で結論付けられました。

それを受けまして横手市では先進市である新潟県内のいくつかの市も視察させていただきましたし、検討に検討を重ねた結果、造ろうという事になったんですが市にお金がない。するとどうしても受益者負担、つまり利用者から一部の負担をお願いせざるを得ない、ということで一部負担を基にしての流雪溝の建設にかかったんです。

1-5. 流雪溝建設計画と住民の不同意

初めに1番人通りが多い中心商店街を選びまして、500メートルある商店街の通りのうちの225メートルにやろうとしたんですが、住民から猛烈な反発を受けました。お金がかかるからというだけではなくて、「真冬のこんな寒い時に溝に水を流して雪を投げて、それで雪が消えるわけがない。」しかも専門家からはこんな話が出ました。「そんな冷たい水に雪を投げたら雪が膨張して大変なことになってしまう。」という専門家の声さえあったんです。

1-6. 試験放流と住民の意識変化

それでも市では500メートルある通りのうちの225メートルに実験的に造りました。一方県でもその商店街に並行する官庁が多い中心市街地の通りの578メートルに流雪溝を造りまして、かつポンプ場も設置しまして、研究と資料収集のために試験放流を行いました。

とたんに情勢が一変しました。除雪車で各家庭の前に山のように積み重ねられていた雪が流雪溝に対する作業を開始しますと、わずか15分か20分ですっかり無くなった。その効果と威力を見まして、ガラリと態度変わりました。反対した地域住民が「何とか金を出すから造ってくれ。」と。

早速市では500メートル、まず最初の通りを造りました。すると市内の各地から「俺のほうも。俺のほうも。」と、「金を出すから造ってくれ。」というふうなことで市でも県でもそれでは積極的にやろうということになり取り組みました。

1-7. 国の補助事業採択と面的整備の推進

年々整備しまして53年度には建設省さんも認めてくださいます、雪寒事業として補助採択してくれました。更に56年には、今まで各路線ごとにやっていた流雪溝の施設を全市的に、面的に整備すべきであるということで、面的な整備計画を立てましたところ、それも国から採択されまして今までの線から面的な整備へと向かって現在に至っております(参考資料3)。

1-8. 耐雪から克雪の時代へ

流雪溝の開始は、これまで冬といえただけで耐えるだけであった市民の生活・意識を大きく変えました。要するに「雪に勝つんだ。」と、耐雪の時代から克雪、雪に勝つ時代への大きな転換をもたらしたのは流雪溝の開始で

あった、これははっきり言えると思います。

1-9. 地域コミュニケーションの強化

流雪溝の開始がもう一つ大きく記録すべきであるのは、便利になっただけでなくて今言ったように、市民の意識が変わってくる。それが雪に勝つだけではなくて、今まで流雪溝のできる前は、屋根から雪が隣の屋敷に落ちると、「なぜお前の屋敷の雪がうちに来るんだ!」とか、あるいは家の前の雪ちょっとよせると「お前の家の雪じゃないか!」と、雪が原因での口争いが町中であつたんですが、流雪溝ができますとこれも変わりました。

要するに溝に雪を投げる、という共同作業を通して地域の連帯感が一気に上がるんです。「俺の分終わって手が空いたからお前の家の分もやってあげよう。」とか、あるいは屋根の雪下ろしさえも、「今日は〇〇さんちで雪を下ろす。じゃあみんな雪を投げてやろうじゃないか。」とか、「この次の流雪溝の時には俺の家やるから頼むよ。」と、屋根の雪下ろしの後始末までみんなでやるという事で、まったく地域コミュニティの意識・連帯感が変わってきたんです。これが流雪溝にとって大きな効果であつたと私は今でもこれは記録すべきであると思っております。

1-10. 流雪溝建設の地元負担金

そういう中で先ほど申し上げたように流雪溝は初めから建設費の負担をしてもらっておりましたし、国の雪寒事業の補助対象になっても、これが全市の市道でなくて1級2級だけが対象だったために、1級2級以外の地域の人の場合にはその後も建設費の3分の1は利用者負担をお願いしました。そうすると今度は1級2級だけ負担が無いのは不公平だ、という声が出ますので、1級2級は更にその3分の1の9分の1の負担をお願いするという事です。

では昭和60年代にいくらかかったかというところ、場所によって1メートルあたり10万円もかかった所もあれば1万円ぐらいの所もありましたが、平均して3~4万円でした。3~4万円といいますが間口が10メートルですと、30万円の3分の1で10万円が利用者負担です。

困った事は間口が少しだけで後は塀が道路に面している家があるわけです。その人達からは反発がありました。「俺の家はここしか使わない。その分を払うわけにはいかん。」しかし払わないことにはこの通りの全部の建設費をこの地域が負担するんですから、この人が払わなければ他のみんなが負担しなくちゃならない。すったもんだあって、結局「じゃあ俺は入らないよ。」と最後まで入らないで頑張った兵も何人かおりますけれども、大部分の市民からは、やはり「金を出しても良いから一刻も早く造ってほ

しい。」という声が強くございました。

ただ最近では都市計画事業が進みまして、市街地のほとんどの側溝が初めから流雪溝型にできておりますので、すぐ転換できる。したがって、現在は実際的には負担がない。しかし今度取り掛かっている所は、1メートル約6万円ほどかかるそうで、そうすると3分の1で1メートル2万円ですと、間口によってはかなりの負担がかかる。これからその辺で「流雪溝はほしいが負担のほうは・・・。」という事で住民との話し合いが始まるわけです。

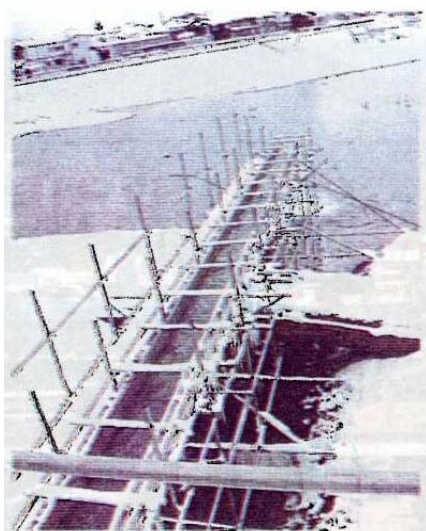
1-11. 流雪溝建設の諸条件

もう一つは、要望があればどこでも流雪溝を造るか、というところでもありません。やはり流雪溝を造る場合には3つの条件が必要です。第1に近くに必要な水量が確保できる水源がある事。資料の中ほどに横手の流雪溝の路線図がございますが、それをご覧になれば分かると思います(参考資料4)。横手市は非常に好都合に市街地の中を蛇行して横手川が流れているので、条件としては非常に恵まれています。また数年前までは冬になるとどうしても水が不足いたしまして、隣村の貯水ダムに金を払ってまで流してもらった事がございましたが、数年前に大松川ダムという新しい多目的ダムができましたので、冬の間でも安定した水量が確保されております。

第2は適当な流速を確保できる勾配と水の深さが必要です。この勾配は3‰といわれますが実質的に2‰、500

分の1があればなんとか流れます。現在横手市の流雪溝は全部500分の1の勾配には確保されているはずですが、ただし道路にひずみがあったり、あるいは流雪溝が急カーブする場合には、どうしても詰まりがちでやはり年間何回か水があふれるという事故が起きております。

それから流雪溝の先に川があってそこにすぐに落としますと雪が固まって、棒状になって、もう流れて行かない。そこで横手市の場合には、これも資料にありますが、岸からシュートを出しましてシュートの先がちょうど川の真ん中の1番流れが速いところまでシュートを伸ばしています。そうしますとやはり川が流れておりますので詰まることがない。それでもやはり詰まる事がございます。そのときにはユンボを川に入れてかき回して流すという作業もたまにはあります。



川の流心に流下させるために、
流末先端に設置されたシュート

(参考資料2より)

2. 流雪溝の管理運営の現状

2-1. 流雪溝の整備状況

横手市の流雪溝は、ここに「流雪溝のしくみ」というマンガがありますが、これをご覧になればお分かりのように、横手市の場合には上流でポンプで水を揚げて下流に放流するという方式です(参考資料5)。これが市街地に網の目の様にできておりまして、その延長は現在32,742メートルに及んでいます。横手市の除雪延長が現在310キロですから、流雪溝両側ありますので除雪延長全体の約8%ぐらいが流雪溝で使われております。市街地はほとんど使われております。

2-2. 流雪溝の稼働

流雪溝は原則として早朝に除雪車が除雪した日は必ず流します。その早朝除雪は基準観測時である午前1時半に新しい積雪が10センチを超えた時に、除雪車が出動する。しかし基準観測時に10センチになっていなくても、雪の降り具合から今後降る、と見られた場合は日中に時間を調整して、緊急に稼働するという場合もあります。更に雪下ろしした雪を流すために除雪車が出なくても日曜・土曜・祭日には流すということをしております。

去年は全体で21回ほど出動しております。そのうち緊急出動1回、それから雪が降らなくても雪投げ用に2回、計21回流しておりますが、今年のご存じのように正月になっても屋根にも道にも雪が無い、それで安心しておりましたら、10日過ぎたらものすご

い吹雪が来ました。けれども今現在まだ3回か4回ほどしか稼動しておりません。

2-3. 流雪溝の時間割り

横手市ではポンプ6箇所、その他に自然流水を1箇所利用しておりまして、したがって7系統、これに58の路線、つまり58の組合があつて雪を流しているんですが、それに対して細かい時間配分をしています。私の資料にありますので、よくもと感心していただければうれしいんですが、よくも作ったというほど30分から1時間ごとに細かい時間配分をしております(参考資料6)。

2-4. 管理運営と流雪溝利用組合

こういう横手市の流雪溝の管理運営は市役所じゃなくて地元の流雪溝利用組合が行っています。費用の大部分も利用組合が負担している。建設費や運営費の負担がありますので、まず地元でみんなが納得しなければとりかかれない。したがって流雪溝利用組合というものは、出来上がってからではなくて、造るためにまずみんなで組合作って、話し合つて、納得して、そして陳情して通してもらふ、という順序で来ております。しかも流雪溝というのは路線ですから一つの町内だけに限らず複数の町内にまたがるケースが多いものですから、町内会とは別個であります。

2-5. 利用者負担金

利用組合は組合員各戸から会費を徴収し、その中から利用負担金を市に納入していますが、その他に会費の中には、蓋の維持補修費とか会議費とかが組合ごとに独自に決められております。

それから流雪溝組合の半数以上が放送設備を持っています。これが面白いんで、時間になりますと、「もう始まりますよ。」と勇壮なマーチあるいは懐メロとかかけるんです。みんなそれが楽しみで、いい気になってやっているうちに雪がなくなっちゃうというわけです。この放送設備に関しましても25万円限度に2分の1は市が補助をしてくれております。

2-6. 負担延長

先ほど申し上げたように利用組合が流雪溝の維持管理費の大部分をもっている。それはどうかというとまず流雪溝のためにあるポンプの電気料、6箇所の電気料を全部プールしてその半分を市が負担し、残り半分を組合がもつ。ポンプ場の操作、流れを変えるための操作盤のための労務者が冬だけ必要ですが、その臨時作業員の費用は、全部利用組合が持っております。電気料の半分と人夫賃を足したものを利用組合の負担延長で割ったものが、1メートルあたりの単価ですが、854円です。しかしその後、今度は流雪溝組合の役員と市が値引き交渉しましていくらか安くしてもらつて、今年700円にしております。

実際の負担単価はそういうふうにして決めておりますが、その後いろんな段階で理事会とか総会で決定しております。

去年の場合を言いますと流雪溝の費用が全部で 19,120,762 円かかった中で組合側が負担したのが値引きしてもらっていますが 14,824,250 円と約 77%が利用組合側で費用を負担しております。負担延長とは何かと申しますと、流雪溝全部の中で例えば公園があったり公共の建物が面していたり、あるいは交差点、こういう部分の公共に使う分を引いたものの残りが負担延長と申しまして、現在 32,742 メートルのうち 21,177.5 メートルが組合側が負担する負担延長となっております（参考資料 7）。

2-7. 流雪溝利用組合連絡協議会

流雪溝組合がだんだん増えるにつれて、どうしても全体の調整が必要である、あるいは市との交渉も必要というので、55 年から流雪溝利用組合の連絡協議会が結成されまして、各組合から 1,000 円ずつのお金と市から 5 万円、最近では削られましたけれども、乏しいお金で運営しております。この連絡協議会の仕事はなにかと申しますと一つは市との交渉、それから 1 メートルあたりの単価をいくらにするか話し合う事です。最も大変なのは各組合に対する時間の割り当てなんです。

3. 直面する課題

3-1. 新增設の困難

それに新しい路線が増えますと、どうしても今まであった他の組合に割り当てられた時間を削らなければならないです。あるいはもう一つ別の時間を設けなくてはならない。

3-2. 投雪割当時間と家族不在

やはり時間を削るのは大変です。なるべくその路線だけじゃなく他の路線もうまくかき混ぜて 10 分程度の短縮であれば我慢できるだろうと思って今やっているのですが、一番困るのは全体的に時間を変更する場合、例えば 9 時半から始まる組合を「今度から 1 時からだよ。」と変えらるものすごい抵抗があります。やはり長年自分の利用組合の時間が決まっておりますと、それが冬の自分たちの生活のリズムと言いますか、暮らしのパターンになっている。まして朝出かける前の時間であったものを日中なんて言いますと、もうその組合の代表は「これじゃあ俺は組合に帰れない。絶対にこの会場を動かん。」と居座られちゃってなんともかんとも手を合わせた事が何度かありました。ある時は会長同士が危うく取っ組み合いするような事さえ実は昔ありました。最近は無くなったんですが、よくそういう場面が有る程、やはり利用時間をどうするかという調整が 1 番大変なことでありました。

これまで申しあげましたように流雪溝は雪の苦しみを軽減してくれただけではなくて、地域の連帯感を高め

た、人間関係他、様々な面で大きな効果をもたらしてきました。けれども、高齢化、そして市街地の空洞化が進むにつれまして、流雪溝のあり方を根本から考えさせられるような課題が次から次と出ております。

もちろんいまだに流雪溝が欲しい、という新增設の要望は続いております。まだ流雪溝のない地域では行政に対して「不公平じゃないか！同じ横手市民なのになぜ俺の方には流雪溝が無いんだ！」という不公平感よく出ます。しかし現在のポンプ場の能力は限界ぎりぎりですし、これ以上既存の利用組合の利用時間を縮めることは不可能です。したがって新規あるいは増設ということは不可能に近い状態です。

しかも現在新設を申し入れている地域は実はバス路線でありながら流雪溝がない、なぜ作らないかという地形上の問題なんです。水源は流れている隣の流れから持ってきても、流した先の流末は高低差がないためにだめだとか地理的条件でできないのがほとんどでありますし、それを無視して更にやろうとすれば、新しくバイパスを通すとか、あるいは水源地上にもってくるとかになるのですが今の横手市の財政ではとてもできません。

一方核家族化とか共稼ぎの増加が原因になって、投雪する時間に家族が家に誰もいない、あるいは老人しかない、というケースが増えてきています。昔はいなくても近所がそれをカバーしていたのですが、最近では近所自体

もみんな年寄りだけになっちゃって、もう近所がカバーできない。そのためにみんな朝早くとか夕方に時間帯がほしいと言っても無理だ、そこで役所や事業所に年休を利用して流雪溝の時間帯だけ家に帰れるようにしてくれ、とお願いして一部やったんです。ところがある職員からこう言われました。

「自分の地域の時間帯で帰って雪を投げた。隣の家の分まで投げたんだけど「市の職員はいいもんだなあ、いつでも家に帰れるから。」と言われてかえって困った。」

というふうな事も聞きました。なかなかその時間帯に会社等にもお願いしてもその時間だけ休みをもらうわけにもいかずに困っています。

3-3. モラルの低下と不当投雪

そういうことからだんだん自分の時間帯でない時間に投げちゃうというケースが原因になって水が詰まっちゃう、そして道路にあふれる。あふれるだけなら良いんですが、何年前にそれが商店に入って商店の商品100万円以上を濡らしたから賠償しろ、というふうな賠償請求を受けました。ところがその時は化粧品屋の化粧品の中に水が入ったんですが、箱は駄目だけれども中身はいい。私はお願いしまして運賃全部うちのほうで持つからと、本社に送り返して100万円の請求が幸い2万円で済みましたけどね。このようなことからモラルが薄れてきている。

3-4. 市街地空洞化による組合員の負担増加

また市街地の空洞化、これ大変なものです。空き地や空き家が増えてくると流雪溝組合というものは延長に対していくらという単価で決まっています。今まで20軒だったのが10軒になると10軒で前のみんなの分払う事になりますから、そうしますと空き地が増えるにつれてだんだん1人あたりの負担が増える。特に間口割じゃなく戸別割になると半分減れば倍になる。最初4,000円だった組合費が今1万円を超えるのがザラになってきている。

3-5. 自費による消融雪装置と組合脱退

もっと悲惨なのが間口割で流雪溝の利用負担金もらっているところなんです。例を挙げると130メートル程ある中で80メートルが駐車場、隣が病院なんです。どっちもお金があるから自分で消融雪装置を使う、だから流雪溝組合を脱退すると申し入れてきたんです。脱退するのをやめろとも言えないけれど、この連中やめたら残り3軒ほどで全部を負担しなければならぬ。そうすると1軒で5万円にも6万円にもなってしまう。でもそれを市が持ったらまた波及効果が大きくて持つわけにいかないし、「流雪溝組合は自主運営ではないか。」と言われるとそうだし、本人からするともう払えないし、もうこれから帰ってから大変な難題になっております。

3-6. 地域コミュニティの意識変化

それからもう一つはこんな声が出ました。流雪溝ができた時はまさに天国と地獄の違いと言われたんですが、今は流雪溝無用論ですとか流雪溝迷惑論というのがだんだん高くなってきているんです。

3-7. 道路の雪処理と受益者負担への反発

中でも強いのは、「自分の屋敷の分の雪とか屋根の雪ならやむを得ない。ところが、家の前に押し寄せられたのは市が勝手にブルドーザーで持ってきた天下の公道の雪じゃないか。なぜ天下の公道の雪のために俺が時間と金と労力を出さなくちゃいけないんだ！」と。「公道の雪の処理の責任はすべて市役所の責任じゃないか。」と。これが各組合の組合長にアンケートとったところが指導者からもそんな話が出てきておるんです。これは流雪溝が直面している問題であると同時に流雪溝に対する市民の意識が変わってきているんだなと思いました。

3-8. 高齢化による投雪作業の困難化

しかし何と言っても一番弱っている最大の問題は、高齢化の為に雪を投げる作業が困難となった世帯が年々増えている。「流雪溝があっても利用できない。」という声が聞かれることが一番大きいんです。更に言えば現在流雪溝利用が直面している様々な問

題も根本はすべてこの高齢化にあると言わざるを得ないと思います。

4. 流雪溝の将来展望

4-1. 流雪溝の効力とその限界

このように利用者の労働力が低下してきたことによって、「自分の分だけでも大変なのに、まして他人の分までは・・・」と物理的にも心理的にも個人主義的傾向が強くなってきて、あれほど高まってきておった連帯感、あれほどコミュニティーの繋がりが深まってきていたのに薄くなってきている事も認めざるを得ません。高齢化、核家族化、少子化、市街地の空洞化、というものはもう止めようがない。流雪溝という利用者の労働力に頼る雪対策は、いずれ限界を覚悟しなければならぬかもしれません。そして、将来的には人手に依存する除排雪から、できるだけ人手を要しない除排雪に向かうべきであるのは当然とも考えられます。

4-2. 流雪溝以外の雪対策

現にそのような試みも横手市でもやっております、現在7路線の868メートルの市道に消雪パイプが設置されております。実はかつて中心市街地でも1度やったんですが、あれ困るんです。飛沫が商店の中に入って商店の品物を汚すという事。それから近くに酒を作る酒屋さんがあったんですが、水が止まってしまう。それから地盤が沈下するという事で結局やめました。今はこれはやむをえない地域だけ、流

雪溝を設置できない地域だけに、やむをえず設けているのが事実です。

それから次がロードヒーティング、先ほどお聞きしました。やらなくてよかったなと思います。横手市でも現在481メートルに設けていますが大変です。私もよく言われるんです。市役所のそばにロードヒーティングやっているんですが、「みんなやったら良いんじゃないか?」と言われるが、今日はいい事を聞きました。やったら破産してしまいますね。札幌市さんがいい例です、札幌市さんには申し訳ないですけど。

それから雪下ろし不用の屋根、これがずいぶん増えてきました。自分でお金があれば敷地内に消融雪装置をつけるというのが増えてきています。ですがまだそれができるのはごく少数派でありますし、それを市でやると言っても市の財政ではできるわけがありません。

それから市では最近一番力を入れているのが、さっきも出ました融雪槽。土の中に桶を埋めまして、これに石油燃料で熱を加えて溶かす。これに対して市では2軒以上が組んでやる場合には、その装置と燃料費に補助を出しておって年々増えているんですが、確かにこれは作業的には流雪溝と同じで、周りの雪をもって行かなくてはならないわけですが、時間を問わずいつでも使えるところが有利なんです。ですがこれもお金がかかる事と、もう一つはやはり今、地球温暖化という中で石油燃料を使って雪を溶かすという事

をこれ以上増やして良いのか、という疑問の声も聞かれます。

ただ、今横手市では下水道工事がどんどん進んでおりますが、下水道で浄化槽がもう不用になってきています。その浄化槽をなんとか融雪槽に直せないかと実験しましたところが成功しまして、先だって12月に市当局が格安で浄化槽を改造した融雪槽があるからぜひ使ってほしい、ということを宣伝しておりました。これも一つの方法だと思います。ですがこれもやはり流雪溝が設置できない場合の対策としか考えられません。

4-3. 現時点としての対応

横手市でも前々から流雪溝が設けられない場所に関しましては、複数なら2軒でもいいから、とにかく除雪協力会を作れば、その協力会で地下水をポンプで揚げて側溝に流す、いわゆる融雪溝にはポンプの代金を出してあげましょう、あるいは「ダンプ2台とショベルカー1台」これを3点セットと言いますが、その場合のショベルカーの部分は市で持ってあげましょうとか、あるいは除雪ロータリーを買う場合にも補助をしよう、ということで現在そういう組織が70あります。これは流雪溝のない地域ですけれども、現在市内に除雪協力会が70あって活動しています。

あと一番強いのは、さっきもありましたが道路の雪は、市が除雪だけではなく排雪するべきである、という声が1番強いんですが、今横手市で流雪溝

を1回流しますと流される雪の量が4トントラックで2,000台から2,500台分あるといわれますから、それを市で持つわけにもいきません。じゃあこういうふうな課題に対してどう対応していくかということ、先程も申した様に流雪溝利用が困難になってきた根本原因が利用者の高齢化にあるのは明らかです。

高齢化対策が1番の基本であるということで、横手市は2年前から高齢福祉課が窓口になって、建設業協会とシルバー人材センターに協力を求めまして一人暮らしの高齢者等々に対しましての除排雪雪降ろし作業の提供を安くやっています。(参考資料8)に載っているのですが、まず対象者は65歳以上の一人暮らし、及び高齢者のみの世帯で子供や親族からの援助を求められない場合、第2は義務教育修了前の子供がいる母子家庭、第3は1級2級の障害があつて他に除雪をできる者がいない、そのいずれかの場合、雪下ろしについては作業員一人一日15,000円とする。これは建設業協会の業者と契約することにする。

これには助成がありまして生活保護世帯の場合には全額市が補助、高齢福祉年金受給者には50%、さらに住民税非課税世帯には30%、住民税均等割課税世帯には10%、と一定の率で補助しております。各業者には市が先に全額払います。それで本人負担額は市が徴収するという方法です。それから除排雪については12月22日~2月21日の2ヶ月間、場合によっては

1週間程度延ばす場合がございますけれども、出動回数14～25回と想定して基本料金を1冬33,000円、ただし14回を下回った場合3,000円返す、25回を上回った場合3,000円を加算します。

また、間口の長さとか間口から玄関口までの長さによっても色々段階ございますけれども、これに対しても雪下ろし同様に5段階に分けて補助を出しております。この場合には自分が負担する分だけをシルバー人材センターに本人が払う、あとは市が人材センターに払う、という仕組みになっています。ただし最近この需要が供給を上回りだしたという事と、それから老人からすれば「流雪溝組合の負担金の他に金を取られるのは負担が大きい。」という事で、ボランティアにぜひとも協力をお願いしたい。市民の中からも高校生を中心にボランティアの芽生えがあるのは非常にうれしいと思います（参考資料9）。

5. 結びに

結論に入りますが、最近いくつかの市や町の流雪溝を拝見しました。ほとんどが建設費の全額が国の補助金などの公費を持って賄われる、あるいは管理運営も県や市や町の費用と責任で行われているケースが多いように見受けられますが、横手の場合、もちろん自然条件とか法制度の変化もあるでしょうけれども、スタートから官民協力、官民一致の体質であって建設費の一部と管理運営費の大部分を市

民が負担するという、流雪溝利用組合という任意の地域組織が自主的に管理運営に当たってきている。その事で流雪溝を自分達の物だという事で大事に扱い、また共同管理と共同作業を通して、地域のコミュニケーションを強く育ててきたことは先ほど自慢した通りでございます。

けれどもこれも繰り返して申し上げましたように、高齢化、市街地の空洞化、という社会情勢の変化が流雪溝の利用や運営の新たな圧力となって流雪溝のあり方そのものが危機に瀕していると言うか、根本的な見直しを求められている。そこで私、昨年アンケートの中にこんな意見がございましたのでご紹介を申し上げます。

『冬期の交通確保は雪国にとって最大の課題であり、48豪雪を経験した者には忘れられない。ともすればなんでも行政に押し付けがちだが、財政的にはできるわけがない。流雪溝組合のもっと突っ込んだ話し合いと、ボランティアの協力も含めて全市的な取り組みが必要ではないか。』

これこそ横手市の流雪溝誕生の基本である、誕生の初心である、と言いたいです。問題や不満は数多くあっても現段階としては流雪溝を雪害対策の中心におかざるを得ないのが現実であります。その問題を少しでも解決に向かうためには行政による助成の強化とボランティアの協力が必要です。けれども、何よりも利用者の住民が流雪溝開始の初心をもう一度思い出すのが大事ではないかと私は思

います。

あるいは近い将来流雪溝に変わる新しい雪対策方式が考え出されるかもしれません。けれども技術や科学がいかに進歩しようともその基本となるのは流雪溝の利用を通して生まれ育った地域連帯と官民一致の意識と行動でなければならないと思いますし、この事は地方分権時代であればあるほどこの考えとこの姿勢が原点の一つとして評価されるべきではないか、と申し上げまして私の報告を終わらせていただきます。

ありがとうございました。

<参考資料>

資料 1

気象と降積雪

横手市の降雪は、秋田県内都市部ではもっとも多く、雪質は北海道の乾いた雪と北陸地方の湿った雪の間であり、降雪期は11月中旬の初雪から3月下旬までの4ヶ月間である。過去の降雪記録

年 度	最高積雪深		累計積雪深 (m)	真冬日 (日)	最低気温 (°C)
	積雪(m)	月 日			
昭和 48～昭和 49	2.59	S49.2.14	10.62	32	-14.8
昭和 49～昭和 50	1.28	S50.2.16	6.10	33	-20.2
昭和 50～昭和 51	1.22	S51.2.8	5.85	24	-18.3
昭和 51～昭和 52	1.53	S52.2.8	7.16	43	-16.0
昭和 52～昭和 53	1.46	S53.2.23	3.55	37	-14.1
昭和 53～昭和 54	0.53	S54.1.23	3.47	16	-9.6
昭和 54～昭和 55	1.57	S55.2.17	3.79	31	-9.8
昭和 55～昭和 56	1.34	S56.1.28	4.25	30	-13.3
昭和 56～昭和 57	1.35	S57.2.11	4.39	24	-11.1
昭和 57～昭和 58	0.83	S58.2.13	4.56	25	-13.6
昭和 58～昭和 59	1.58	S59.2.10	9.61	57	-14.7
昭和 59～昭和 60	1.15	S60.1.18	7.38	41	-12.0
昭和 60～昭和 61	1.76	S61.2.6	11.23	43	-13.9
昭和 61～昭和 62	0.66	S62.1.26	4.57	28	-11.2
昭和 62～昭和 63	1.36	S63.2.21	8.32	39	-15.9
昭和 63～平成元年	0.36	H1.2.3	3.89	12	-11.1
平成元年～平成2年	1.16	H2.1.27	4.59	21	-13.0
平成2年～平成3年	1.14	H3.2.7	6.06	17	-10.4
平成3年～平成4年	0.50	H4.1.24	4.06	11	-9.3
平成4年～平成5年	0.66	H5.2.2	5.32	12	-9.6
平成5年～平成6年	1.07	H6.2.4	5.17	26	-13.4
平成6年～平成7年	1.14	H7.1.20	5.83	24	-13.2
平成7年～平成8年	1.34	H8.2.2	5.83	31	-12.3
平成8年～平成9年	0.71	H9.2.22	4.05	15	-6.7
平成9年～平成10年	1.13	H10.1.19	4.55	22	-10.0
平成10年～平成11年	1.36	H11.2.15	7.24	26	-12.8
平成11年～平成12年	1.34	H12.2.25	7.67	20	-8.1
平成12年～平成13年	1.20	H13.2.16	6.70	45	-12.3
平成13年～平成14年	1.19	H14.2.12	6.06	18	-12.4
平成14年～平成15年	1.17	H15.1.31	6.97	26	-11.4
平 均	1.19	-	5.96	28	-12.5

過去30年間での 最高積雪深 48年～49年 2.59m

過去30年間での 最高累計積雪深 60年～61年 11.23m

資料 2



大雪 横手市

昭和48年の暮れから49年の2月まで、横手市は記録的な大雪にみまわれました。すべての交通網は遮断され市民生活に大変な打撃を与える結果となりました。



歩行者がやっと通れるくらいに確保された道



下ろす場所がなく道路に山積みされた雪



降った雪と下ろした雪にうもれる民家



二階まで積み上げられた雪を除雪する市民



一級河川横手川が
市街地を貫流する
利点を活かして...

除雪前の道路



流雪溝で除雪中



流雪溝で除雪後の道路



道路に施工された流雪溝



横手川から水を汲み上げるポンプ



川の流心に流下させるために、流末先端に設置されたシュート

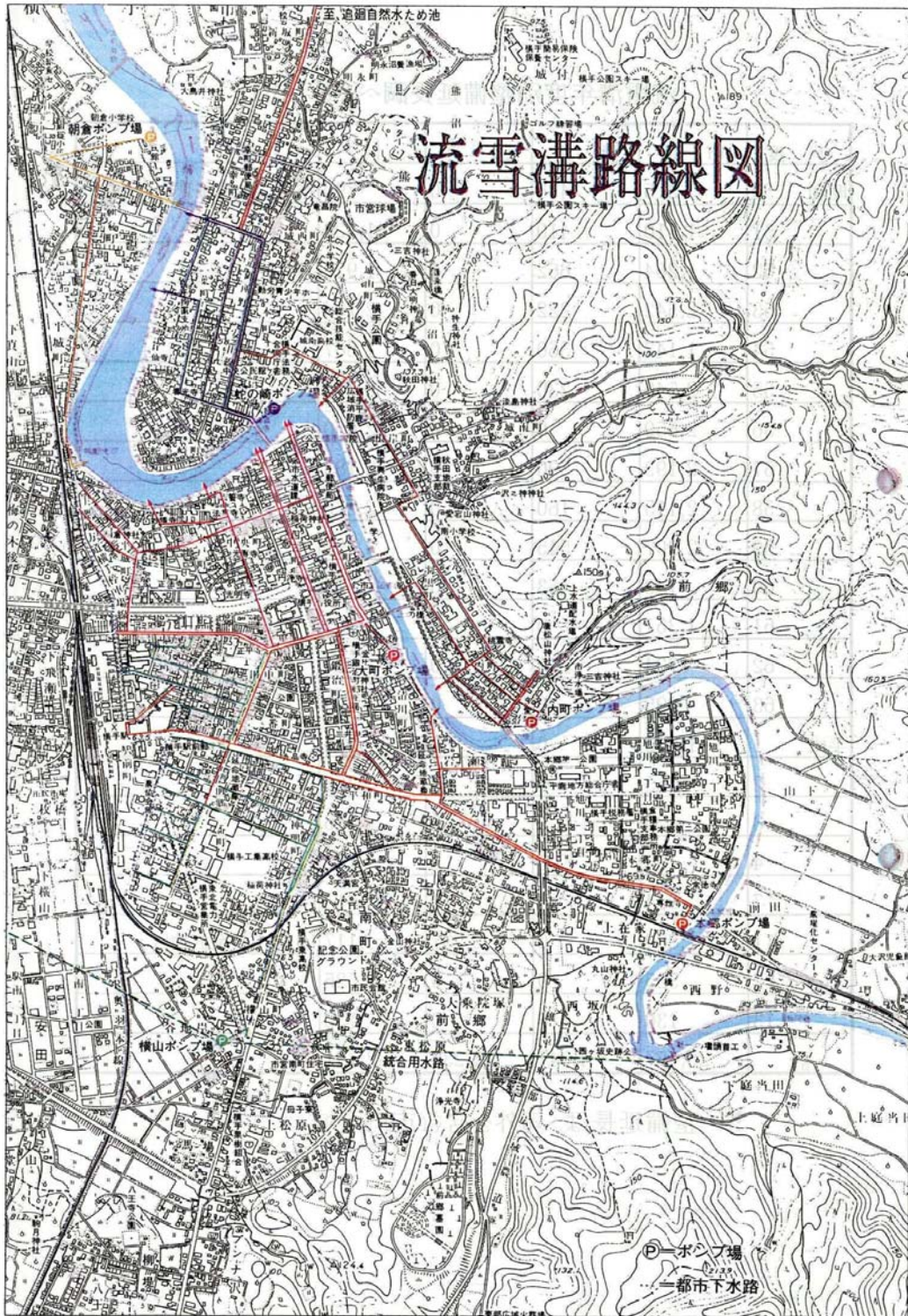
資料 3

流雪溝年度別整備延長調べ(横手市)

年 度	市 道	県 道	国 道	計	備 考
昭和 50	375	415	0	790	市道に県道移管分含む
51	1,110	410	0	1,520	〃
52	1,264	662	0	1,926	〃
53	2,542	222	0	2,764	〃
54	1,147	360	0	1,507	〃
55	2,546	230	0	2,776	〃
56	2,650	0	0	2,650	〃
57	2,193	590	0	2,783	〃
58	2,115	160	0	2,275	〃
59	2,907	545	0	3,452	
60	140	453	0	593	
61	1,351	0	0	1,351	
62	734	0	0	734	
63	295	0	0	295	
平成 1	1,296	0	0	1,296	
2	355	0	0	355	
3	126	0	0	126	
4	162	0	0	162	
7	614	0	0	614	
11	1,880	0	2,237	4,117	国道13号金沢地区
12	525	0	0	525	
13	130	0	0	130	
計	26,457	4,047	2,237	32,741	

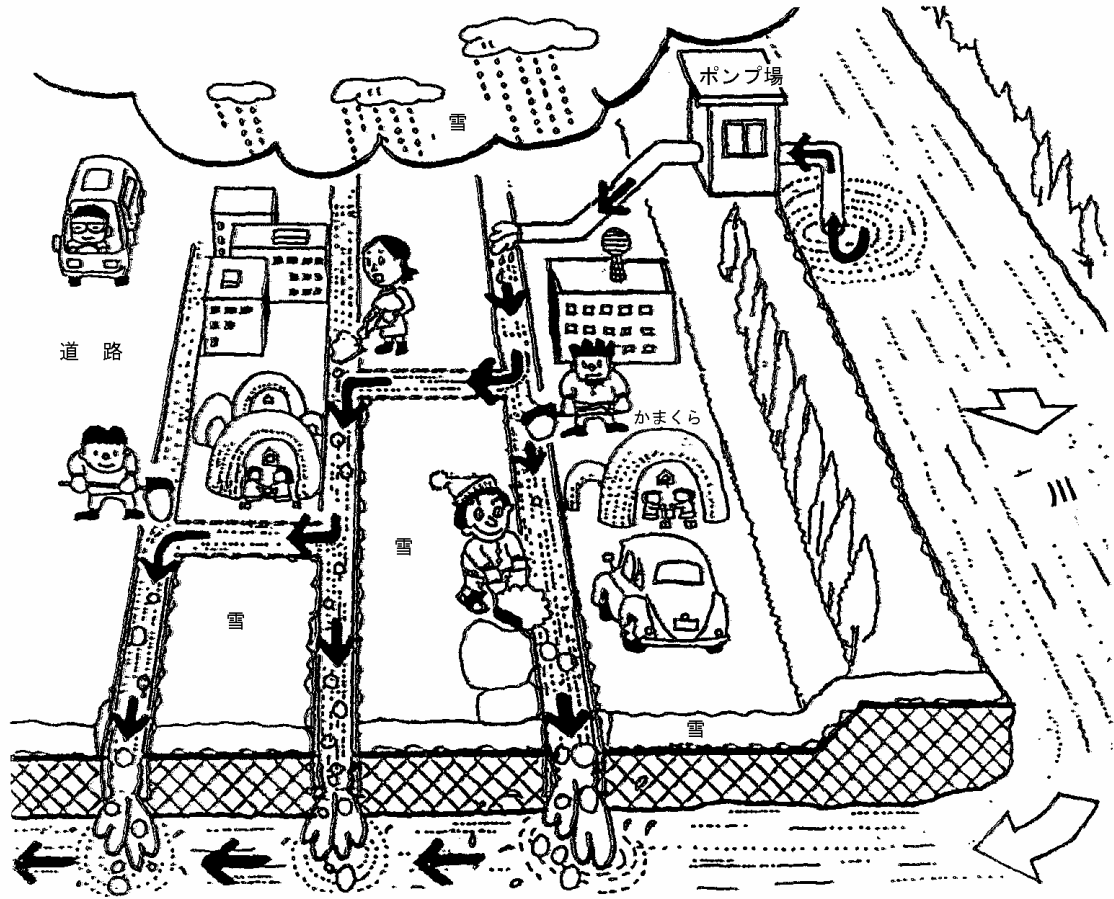
※ 整備延長は、郊外を含む市内全域

資料 4



資料 5

●流雪溝のしくみ●



平成 15 年 度
横手市流雪溝路線別時間割表

路線名 / 時間		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
横 山 ボ ン ブ 場	山崎(東側)	30	30									
	前郷礼堂2号		30									
	中央線			30								
	阿桜大通り				30	50						
	日敷前～工業角					50	30					
	なべつる道路							30	20			
	応護寺通り								20			
	寿町2号線											
	マリア園通り											
	寿町線											
	ニュー寿町											30
	山崎(西側)	30	30									
	前郷礼堂1号		30									
	工業前～消防署											
	前郷2の7号線					30						
	駅前町4号線					30						
	駅前町神明町1号線						30					

平成 15 年 度
横手市流雪溝路線別時間割表

路線名 / 時間		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
内 町	根岸町	30										
	羽黒町			30								
	上内町				30		30					
	羽黒新町上島崎町						30					
	本町 3 号								30			
	上内町 4 号									金沢建築設計前		30

路線名 / 時間		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
朝 倉	朝倉町	30										
	関根線			30								
	新栄町					30						

路線名 / 時間		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
蛇 の 崎	本町(南側)		30									
	蛇の崎 5 号		30		30							
	本町(北側)					30						
	蛇の崎幸町					30		30				
	下夕町										30	

路線名 / 時間		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
追 廻	追廻地区	30										
	明永(新坂町)		30									
	古川町			30								
	追廻明永町				30							

資料 7

平成15年度 「利用者負担額算出表と負担実額」

		利用者負担額	負担延長	m当り	備 考
臨時作業員賃金	16,900,058円	16,900,058円	21,217.5m	798円	1mあたり 実負担額 14・15年度 700円
ポンプ場電気料	2,220,704円	1,110,352円	19,790.5m	56円	
計	19,120,762円	18,010,410円	21,177.5m	854円	

資料 8

高齢者の除雪等対策について

(平成15年度)

1. 対象者

- 高齢者……原則として65歳以上の一人暮らし及び高齢者のみの世帯で、子ども等からの援助(金銭的援助を含む)が受けられないか、または、市内に援助をしてくれる親族等が全くない方。子ども等60歳未満の人と同居している場合は、原則として対象としない。
- 母子家庭……配偶者のいない女子と義務教育終了前(15歳以下)の児童のみで構成されている家庭。
- 障害者……級別で1～2級の障害者で他に除雪を行える者がいない世帯。
- その他世帯……上記の条件に準ずる世帯。

2. 条件

- ・高齢または身体上の理由により、独力で雪下ろしまたは除排雪が困難であること
- ・冬期間も実際、居住していること

3. 除雪対策の内容

①雪下ろし

- ・上記の条件該当者を建設業協会へ依頼する。
- ・昨年度利用登録者には、基本的に昨年度と同じ業者を指定する。なお、登録者より変更希望があった場合は、業者を変更するものとする。
- ・利用料金は1日、半日を基本単位とし、作業員一人1日当たり15,000円(消費税含む)とする。原則、1日6時間で1日とし(休み時間1時間含まず)、実働3時間で半日とする。
- ・委託契約は各業者と締結、実施料金については、横手市が本人負担額を含む全額を各業者に支払うものとする。本人負担額については、横手市が利用者より直接、徴収するものとする。※1
- ・申し込みは、11月20日(木)を締切日とし、12月以降、相談があった場合は、建設業協会とその都度協議し対応可能であれば対象とする。最終的な締め切りは、11月末日ごろとしたい。
- ・昨年度登録者に対しては今年度の利用希望を確認する。また、昨年度、登録しながら利用しなかった方には、利用していただけるよう改めて通知すると同時に、2年連続利用しなかった方には、登録抹消の通知をする。
- ・雪下ろし利用料金については、「住民税課税世帯」「均等割世帯」「非課税世帯」「高齢福祉年金受給者」「生活保護」の5区分とし、助成割合及び金額を下記のとおりとする。

※1=平成15年度より、雪下ろし利用に係る制度をチケット制とする(別紙参照)。

■雪下ろし利用料金表(基本料金三円)

対象世帯	本人負担額(作業員1人1日当たり)	市助成金(助成率)
住民税課税世帯	15,000	0(0%)
住民税均等割世帯	13,000	2,000(約10%)
住民税非課税世帯	10,000	5,000(約30%)
高齢福祉年金受給者	7,000	8,000(約50%)
生活保護世帯	15,000	0(0%)

□生活保護世帯も登録対象とするが、利用料金は15,000円とする(市民援護係より別途、雪下ろし料金が支給されるため)。

②除排雪

- ・昨年度登録者に、今年度の希望を確認する。
- ・新規登録者に関しては、申し込みを受け付けた後、市職員及びシルバー人材センター職員が訪問調査を実施し、除雪場所の詳細を決定する。決定した除雪場所については、家屋概略図に除雪場所を記したうえで、新規登録者に通知する。
- ・申し込みは11月20日(木)を締切日とし、それ以降の申し込みに関しては、シルバー人材センターと協議のうえ登録可能かどうか決定(申込件数等の関係で対応不可能の場合あり)。最終的な締め切りを11月25日(火)としたい。
- ・市の支援対象とならない除雪希望者については、民間事業者及びボランティアを紹介する。
- ・除雪利用料金は下記のとおりとする。
- ・除排雪実施期間は12月22日～平成16年2月21日までの2か月間とする。なお、期間終了後の天候によっては、1週間程度の延長も検討する。
- ・出動回数は15～25回を想定、14回以下の場合は基本料金を3,000円引き下げ、26回以上の場合は料金を3,000円上乗せするものとする(基本料金)。なお、上記金額については、横手市が負担することとする。
- ・除雪困難ケース(対応不可ではないが除雪範囲が下記の条件を超えている場合や排雪場所まである程度距離がある場合等)については、シルバー人材センター委託料に、一人当たり3,000円を加算するものとする。
- ・委託契約はシルバー人材センターと締結、下記住民課税世帯の料金を基本料金とし、実施料金については、本人負担額と基本料金の差額をシルバー人材センターに支払うものとする。なお、本人負担額については、シルバー人材センターが利用者より直接、徴収するものとする。シルバー人材センターには、事務費として事業費総額(実施料金総額)の3%を支払うものとする。
- ・除排雪利用料金については、「住民税課税世帯」「均等割世帯」「非課税世帯」「老齢福祉年金受給者」「生活保護」の5区分とし、助成割合及び金額を下記のとおりとする。

除雪利用料金表

■住民税課税世帯(基本料金二円)

除雪条件		本人負担額	市助成金
間口5m超10m以下		38,000	0
間口5m以下		33,000	0
別 料 金	間口から玄関入口まで(3m超)	2,000	0
	間口から玄関入口まで(10m超)	4,000	0
	流雪溝がない場合	2,000	0

■住民税均等割課税世帯（助成率約10%）

除雪条件		本人負担額	市助成金
間口5m超10m以下		34,000	4,000
間口5m以下		29,000	4,000
別	間口から玄関入口まで（3m超）	1,500	500
料	間口から玄関入口まで（10m超）	3,000	1,000
金	流雪溝がない場合	1,500	500

■住民税非課税世帯（助成率約30%）

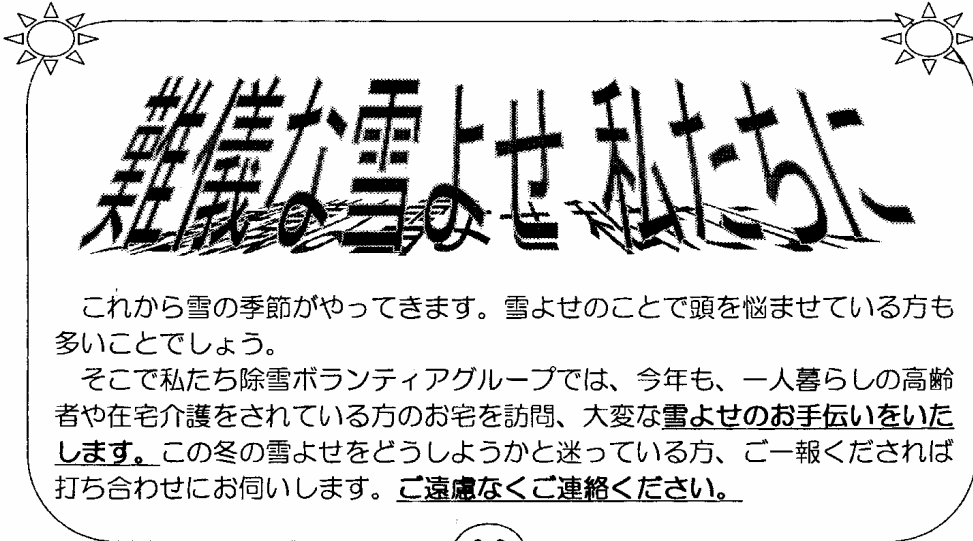
除雪条件		本人負担額	市助成金
間口5m超10m以下		26,000	12,000
間口5m以下		23,000	10,000
別	間口から玄関入口まで（3m超）	1,000	1,000
料	間口から玄関入口まで（10m超）	2,000	2,000
金	流雪溝がない場合	1,000	1,000

■高齢福祉年金受給世帯（約50%）

除雪条件		本人負担額	市助成金
間口5m超10m以下		19,000	19,000
間口5m以下		16,000	17,000
別	間口から玄関入口まで（3m超）	500	1,500
料	間口から玄関入口まで（10m超）	1,000	3,000
金	流雪溝がない場合	500	1,500

■生活保護世帯 無料

資料 9



ボランティアに興味のある方 ご参加ください

雪でお困りの方のために、自分たちができる範囲でお手伝いしようというのが、私たちの活動です。雪よせが大変になった高齢者の方のために、私たちが普通にやっている雪よせのお手伝いをするものです。1時間程度の雪よせを月に1～2回できる健康な方であれば、どなたでも参加できます。

「人のために役立ってるって実感できてうれしい」
「グループでやるから和気あいあいで時間が短く感じられた」

等々、参加者からはうれしい声が上がっています。高校生や女性、そして年配の方までさまざまな世代の方が参加しており、「雪よせのお手伝いをしたい」という、温かい心でつながっているグループです。

まだ、生まれて3年目ですが、関心のある方、やりたいと思った方は、ぜひ私たちのグループにご参加ください。お待ちしております。

横手市除雪ボランティアグループ
代表 犬塚 春恒

電話・FAX 0182-33-7618
〒013-0064 横手市赤坂字大道添98-7

横手市では、今年の冬も、横手市建設業協会、横手市シルバー人材センターなどのご協力を得て、一人暮らしの高齢者や高齢者のみの世帯の方で、雪よせを頼む方がいらっしゃる方に、雪よせ・雪下ろしのお手伝いをいたします。

ご希望の方は、11月20日（木）まで、下記連絡先、または、各地区民生委員までご連絡ください。

除排雪・雪下ろし 横手市が支援します

	利用料金	備考
雪よせ	33,000円～	1シーズン（約2か月間）の料金です。なお、間口の広さや玄関までの通路除雪などによって料金は変わります。
雪下ろし	15,000円	作業員1人1日当たりの料金です。

◆市民税が非課税の世帯の方へは、料金の一部を助成いたします。

※申し込み締め切り

平成15年11月20日（木）

※連絡先

横手市高齢ふれあい課

電話32-2111 内線238

■なお、昨年ご利用いただいた方へは、こちらからご連絡を差し上げますので、新たにお申し込みをなさらなくとも結構です。

雪下ろし支援に協力を

横手市では、雪下ろし支援事業について、ご協力いただける事業者を募集いたします。雪下ろし時の作業員のケガ、家屋の破損等その他事故補償が生じた場合に対処できる保険等へ加入されていることが条件となります。ご協力いただける場合は、上記連絡先までご相談ください。

農業水利施設等の克雪における農林・河川による共同事業の試み

山形県新庄市建設課雪総合対策室

柏倉 敏彦

ただいまご紹介いただきました新庄市建設課柏倉と申します。先進事例とありますけれども、一つの事例紹介という事でお聞きいただきたいと思います。よろしくお願いします。

1. 新庄市消流雪揚水計画の概要（試験通水）



【図1】

【図1】は国営新庄農業水利施設、これを活用した新庄市の取り組みを一枚の絵にしたものでありまして、左下が新庄市の南の方にあります大蔵村にある清水揚水機場。それから国営の埋設管を通りまして市内に流すという手法となっております。対象の区域と致しましては全体計画で最終形でありますけれども、この青いくくりの560ヘクタール、これを想定しております。

2-1. 主要調査課題



【図2】

この事業を行うにあたりまして、様々な課題がございました【図2】。

1つが冬期水利権、それから土地改良財産の他目的使用について、それから建設費相当分、これをバックアロケと言っています。それから電気料金、また施設を借りるにあたり冬期突発事故の対応、施設を借りることによりまして耐用年数が短くなるのではないかと、ということも懸念されましたので、施設の更新時の費用負担は新庄市としてどのようになるのか、というようなことです。

それから今まで新庄市流雪溝の整備は単独事業あるいは起債事業で行っております、今後事業を進めるにあたりましては、補助直轄事業等の活用をしていかなければ今後の展開は望めないのではないか、というようなこと。

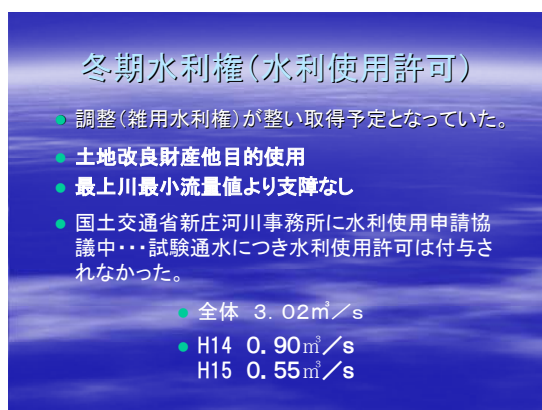
それから施設の管理費、農業用の国営農業水利施設、現在山形県と新庄土地改良区さんのほうで、国から管理受託を受けていますけれども、その管理費について市がどれだけ負担しなけ

ればならないのか。

あと新庄市内に入る1級河川は3河川ありますが、それから昔から使っている井堰いせきですね、それらの流況の改善、それから流雪溝の通水計画、といったことであります。

これらの課題がありましたので平成14年1月24日に新庄市消流雪用水調整会議、これは国・県・市連携という事で調整会議を最上総合支庁を事務局として設立していただき新庄市の克雪用水について検討していただいたところであります。

2-2. 冬期水利権（水利使用許可）



【図3】

最初に冬期水利権でございます【図3】。当初雑用水利権ということで調整が整い取得予定となっておりますが、これにつきましては土地改良財産他目的使用と同時になければならない、国土交通省さんでは同時でお願いしたいということでした。河川流量は国営の水利施設、最上川の直轄河川から取水するわけですがけれども、これにつきましては最小流量が多くなければ取水できませんので、それについて

どうなのか検討いたしました。厳寒期におきましても最上川の最小流量が60トン毎秒を超えておれば取水可能ということでありましたので、最上川につきましては100トン毎秒を越える水量があるということでこれについては支障なしという事でした。

それから新庄河川事務所、地元の河川事務所さんに水利使用の協議をまだ現在も行っておりました、地方整備局さんにも行っておりますけれども、現在の段階では試験通水ということで水利の使用許可は付与されておられません。

先ほど言いました560ヘクタールの地域をカバーしますと全体で90キロの流雪溝になります。そうしますと自然流下、それから反復利用等を差し引きまして新たに必要な水量これが3.02トン毎秒ということになります。試験通水は昨年14年度から行っておりますけれども14年度につきましては0.9トン毎秒、これで当初行いまして、後で河川の流量が増加したこともございまして若干下げた経過がございます。今年度につきましてはこれから行うわけでございますけれども0.55トン毎秒で行いたいと考えてございます。

2-3. 土地改良財産他目的使用

土地改良財産他目的使用

- 調整済(無償)
- 東北農政局より「無償」で本省に伺い
- 県・農林水産省東北農政局と他目的使用等申請及び承認

● 基幹水利 → 山形県

● 国営造成 → 新庄土地改良区

【図 4】

それから土地改良財産の他目的使用につきましてですが、現在今年度分につきまして1月9日付けで、農政局さんより使用の承認ということまでいただいております【図 4】。財産の使用に当たりましては、その施設を借りるということで無償でいいと言われております。これにつきましては県と農政局と「他目的使用等の申請・承認」というようなことで行っております。

2-4. 建設費相当分(バックアロケ)

建設費相当分(バックアロケ)

- 調整済み
- 東北農政局より「無し」で本省に伺い

建設費総額約175億円

【図 5】

建設費相当分、バックアロケというように先ほど申しあげました【図 5】。この大蔵村の赤松にあります

清水揚水機場、これが取水口になるわけですが、これからこの吐水槽、これまで 100 メートル以上揚水しなければならない。揚げてこの吐水槽から市内まで自然流下で来るという事でございます。この清水揚水機場と吐水槽関係で建設費が管路含めまして、175 億円ほどかかっております。これにつきましても農政局さんから建設費相当分も無しで良いですよ、ということで調整が整ってございます。

2-5. 電気料金

電気料金

- 現在も協議中
- 昨年度、東北電力(株)山形支店に要望(H12~)
- 新庄市消流雪用水電力の創設について

理解はするが、制度創設には時間を要す(努力)但し、早ければ平成16年度中に回答

- 使用最大電力⇒3.4kw
- 契約期間⇒1~3月
- 全体計画3.02m³/s⇒43百万円
- 試験通水
- 通水期間⇒23日間
- 通水時間⇒6時間/日
- 臨時電力Bを適用

【図 6】

それから一番の難関の電気料金でございます【図 6】。電気料金につきましては現在も協議中ではありますが、新庄市と致しましては、平成 12 年度から東北電力さんに要望活動を行っておりまして、昨年度は山形県の最上総合支庁長さんと連名で要望書を提出しております。「新庄市消流雪用水電力の創設について」ということでございます。

内容につきましては使用最大電力 3,400 キロワット、契約期間が厳寒期の 1~3 月まで。試算しますと、あく

までも新庄市の独自の試算ですが、3.02トン毎秒で4,300万円ほどの電気料で済むのではないかと、虫のいい話かもしれませんがこういうふうな提案をしております。東北電力さんのほうからは「理解はします。それで制度創設を新しく設けるには、時間をちょっといただけないか。」という事で努力してみますということでした。今年度の協議の中で早ければ来年度中に回答できれば、というようなことを言われております。この回答いかんによってこの電力料金がいかに下がるかで、新庄市の国営の農業水利施設を使っている事業が成功するかというのも、この部分にかかってくるのが大きいと考えられます。

今年の試験通水につきましては通水期間が23日間、通水時間が1日6時間、これ朝・昼・晩2時間ずつという事で設定しています。電力につきましては臨時電力Bを適用するという事で、協議しております。

2-6. 冬期突発事故対応

冬期突発事故対応

- 協議済み
- 県農村計画課及び東北農政局と協議
- 県との協議に基づく稼動マニュアルに則った運用
- 管理過失があった場合は、原因者負担となる。

【図7】


冬期の突発事故対応でございます

が、通常国営の農業水利施設、農業用の灌漑用の施設でございますので、冬期使用ということになってございません【図7】。冬期に使用することによって、施設に何らかの影響を起ささないように体制を整えていただきたいというようなことでもございました。県の農村計画課さんと農政局さんと協議しまして、稼動マニュアルに沿った運用で運転をしていただきたい、とのことでした。これを新庄市としましては稼動マニュアルに沿った運用をしていれば、管理過失が出てこないのではないかと考えまして、管理過失があった場合は新庄市で負担していただきますよ、ということでもございます。こういうようなことで協議しています。

2-7. 施設更新時費用負担

施設更新時費用負担

● 協議済み



清水揚水機場内ポンプ

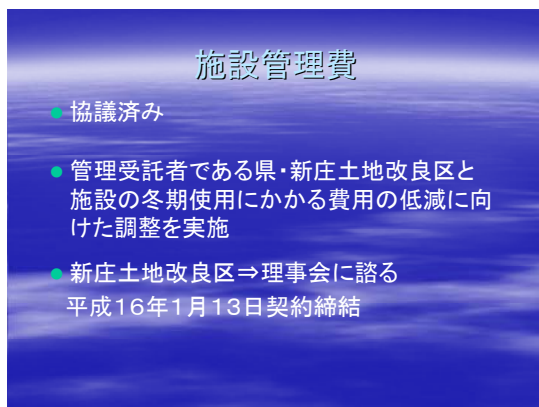
- 県農村計画課及び東北農政局と協議
- 農業水利施設としての更新時負担割合による。

【図8】

国営の農業水利施設を借りているわけですので、施設の更新時の費用負担、もし新庄市で使うといった場合、新たに費用負担が生じるのかどうか問題視されました【図8】。それにつきましては県と農政局さんと協議し

まして、農業水利施設としての通常の更新時の負担割合は生じますが、冬期間使用したことによる費用負担はありません、ということでした。財産権が国の財産でありますので、あくまでも農林省から新庄市は貸していただくということなので、財産権は新庄市にはありませんので、こういった負担はないということで協議させていただいています。

2-8. 施設管理費

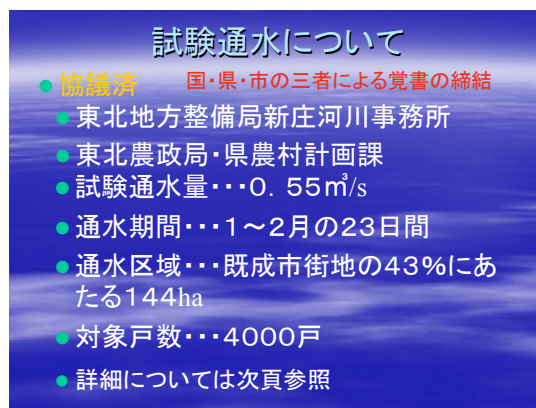


【図 9】

施設の管理費につきましてですが、灌漑期間におきましても新庄土地改良区さんが施設の管理をしていただいています【図 9】。管理受託者であります県の管理部分と新庄土地改良区さんの部分とあるわけですが、「施設の冬期にかかる費用の低減に向けた調整」というようなことを行っております。これというのは通常、夏場田んぼにかける灌漑用水としてかけているわけですが、そういう通常業務以外の部分で新庄市が克雪用水として利用するわけですので、その分の掛かり増し費用を計算して、受託者で

ある県と新庄土地改良区さんと協議したということです。これにつきましては1月13日契約締結、ということで理事会の承認を得まして進んでおります。

3-1. 試験通水について



【図 10】

試験通水につきましてですが、通常先ほど申しましたけれども、水利権は付与されなかったということから、国の新庄河川事務所長さん、山形県最上総合支庁長さん、新庄市長、この三者の覚書によりまして試験通水を三者連携の下に行うということで締結文書を交わしてございます【図 10】。今年度の試験通水量は先ほど申し上げましたが毎秒 0.55 トンで行います。通水期間は1～2月の23日間。通水区域は既成市街地の43%にあたります144ヘクタールを想定しております。対象戸数4,000戸をカバーする形で考えております。詳細については次のページをご覧ください。

3-2. 計画概要



[図 11]

試験通水量		
	平成14年度	平成15年度
取水量	Q=0.90m ³ /S	Q=0.55m ³ /S
内 訳	・7-1分水工(升形川へ注水) Q=0.25m ³ /S	・7-1分水工(升形川へ注水) Q=0.15m ³ /S
	・7-2分水工(中の川へ注水) Q=0.20m ³ /S	・7-2分水工(中の川へ注水) Q=0.15m ³ /S
	・7-3分水工(桂塚に注水) Q=0.10m ³ /S	・7-3分水工(桂塚に注水) Q=0.10m ³ /S
	・指首野余水吐(指首野川へ注水)Q=0.35m ³ /S	・指首野余水吐(指首野川へ注水)Q=0.15m ³ /S
試験期間	平成15年1月20日～2月20日	平成16年1月26日～2月17日
通水時間	6時間/day 午前6時から午前9時 午後6時から午後9時 1日@取水量19,440m ³ /day	6時間/day 午前6時から午前9時 午後2時から午後4時 午後6時から午後8時 1日@取水量11,880m ³ /day

[図 12]

土地改良財産の他目的使用		
種 別	平成14年度	平成15年度
揚水機	清水揚水機場(山形県管理) φ1000mm×1台 電動機 9,400kw 揚水量能力 2.62m ³ /s	同 左
管 渠	第1号幹線用水路(山形県管理) L=10,313.569m 口径φ1800-2000mm 第1号幹線用水路(新庄土地改良区管理) L=5,103m 口径φ1350-2000mm 分水工7-1(放水箇所) 分水工7-2(放水箇所) 分水工7-3(放水箇所) 指首野余水吐(放水箇所)	同 左
各 工 作 物	用水管理施設(新庄土地改良区管理) 中央管理所(RC造2階建1棟) A=257.15m ² /S	同 左

[図 13]

河川流量調査		
	平成14年度	平成15年度
調査対象箇所	指首野川上流:指首野余水吐下流 指首野川下流:升形川合流部 中の川上流:上流端 中の川下流:升形川合流部 升形川上流:7-1分水工下流 升形川下流:中の川合流部	指首野川上流:指首野余水吐下流 指首野川中流:西山橋下流 指首野川下流:升形川合流部 中の川上流:上流端 中の川下流:落合橋下流 中の川下流:升形川合流部 升形川上流:7-1分水工下流 升形川中流:沖の橋下流 升形川下流:中の川合流部 升形川下流:指首野川合流より下流
調査実施方法	各ポイントにて、注水前、中の水位を測定し、マンシング式により算定。 注水前:午前10時に測定 注水時:午前7時に測定	各ポイントにて、注水前、中の水位を測定し、H-Qにより算定。 注水前:午前5時に測定 注水時:午前7時に測定
調査実施頻度	1月20日、1月30日、 2月7日、2月20日	週1回の頻度で実施

[図 14]

市内流雪溝の水深確認		
	平成14年度	平成15年度
検証内容	検証重点4地区にて、47箇所の水深を測定。 ①城西・千門町地区 ②若菜町・鉄砲町地区 ③栄町地区 ④常葉町地区	城西・千門町地区内に流入する水量を把握し、各流雪溝への配分状況並びに必要量を検証する。 検証地区 城西・千門町地区 検証箇所数 17箇所
検証方法	期間内4回実施 1回@AM7:00 PM4:00 PM7:00	期間内4回実施 1回@AM7:00 PM3:00 PM7:00

[図 15]

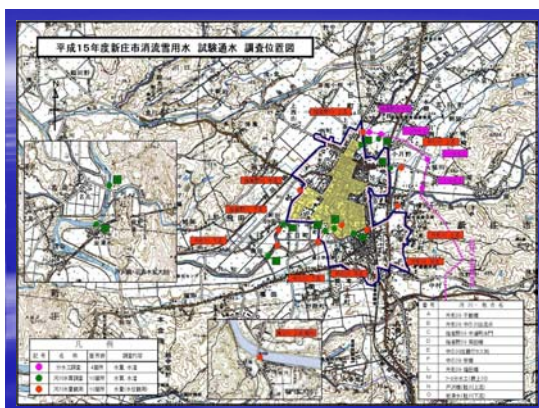
到達時間の把握		
	平成14年度	平成15年度
検証方法	計測なし。	第1号幹線用水路(鳥越地区)の調整バルブを開放する。 ↓ 各分水工(7-1,7-2,7-3、指首野余水吐)にて、吐出時の時間を計測する。 ↓ 市内3河川のポンプ取水箇所にて、水深等の計測により到達時間を計る。 ↓ 指首野川と升形川との合流箇所にて、水深等の計測により到達時間を計る。

[図 16]

[図 11]が今年度の新庄市の試験通水の概要図ですが、青いラインが全体計画 560 ヘクタールです。それから既存市街地の 144 ヘクタールは黄色く着色されている部分です。それで重点箇所としまして濃い黄色で塗られて

いる部分ですが、これが重点的な調査をしたいということで、調査項目については後ほど図で説明したいと思います【図 12~16】。試験通水の計画概要ですが、平成 15 年度の揚水量は毎秒 0.55 トン。それで各国营の水利施設を使いますので、分水工というのがございます。こういった国营農業水利施設の分水工を使いまして市内の河川に水を注水しまして、途中からポンプアップして流雪溝に流すという計画です。

3-3. 試験通水調査



【図 17】

【図 17】は試験通水の調査位置図です。これは主に水質・水温・水量調査となっております。水質につきましては、分水工から吐き出される河川が 3 河川、それから直接側溝に入る分水工がございますので、その部分の水質が最上川の水が入る事によって市内の河川への影響はどうか？と国土交通省さんから指摘されましたので、通水前と通水中、それから通水した後を調査する予定です。これは 10 箇所ですね。この赤い部分、これは新

庄市で調査する部分、最上川から直接吐き出される部分は県のほうで、国の河川の直轄河川については河川事務所さんのほうで調査するというので、連携をとりながら各調査にあたるということをご予定してございます。

3-4. 国营新庄農業水利施設

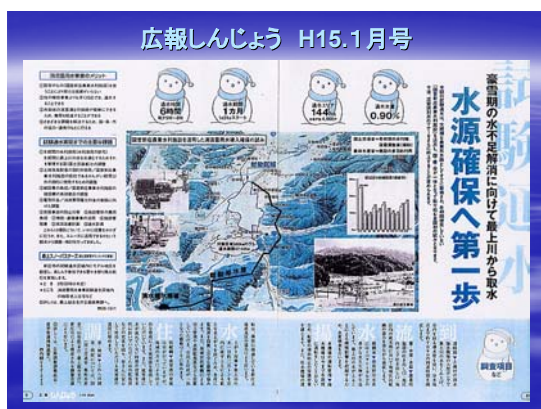


【図 18】

【図 18】が新庄国营の農業水利施設の位置図です。左下が先ほど申し上げた清水揚水機場です。これから「第 1 号幹線用水路」といいますが、これが新庄市の鳥越というところまで約 10 キロあります。それから鳥越から市内までは 5 キロ程ございます。この管路は全て地中に埋まっております。昨年度の調査によりますと、各吐き出し分水工の水温は最上川の水が 1℃~2℃ に対して、吐出しでは 7℃から 8℃まで上がっていたということで、かなりの融雪の効果があったということが検証されました。この清水揚水機場は 100 メートル以上もポンプアップして供給しなければならないということで、国内最大規模ではないかと言われています。赤い部分の国营の水がかか

る部分が 3,100 町歩以上。それからポンプが 3,400 キロワットこのポンプが 2 基あります。これは毎秒 2.65 トン上げる能力のものが 2 台。それからディーゼルポンプこれが能力毎秒 0.9 トンのものが 1 台ございまして、合計で 5.9 トンの最大揚水能力のある清水揚水機場の電動機の一つを使って新庄市では試験通水を行うということでございます。

3-5. 広報しんじょう



【図 19】



【図 20】



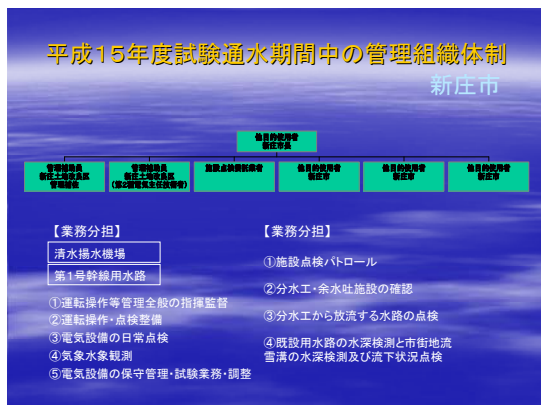
【図 21】

【図 19】は昨年 14 年度に実施しまして「広報しんじょう」の 1 月号に試験通水の概要を特集記事で載せていただきました。

2 月号につきましては、流雪溝に流れる水はどういうふうなところから来ているのか、という事を市民の皆様にご存知いただくために、こういう記事を書いています【図 20】。それからルールを守って使って下さいということ、それから管理組合の方から水の確保にありがとうございました、という記事が出ています。水が増えたことによって大方の方は喜んでいただきましたけれども、中にはやっぱり「自分のところに流れてこない。」「もっとちゃんと整備してもらえないか。」という声も聞かれました。

3 月号では昨年度の試験通水の検証を行いまして、検証記事を 2 ページに渡って載せてございます、これは到達時間はどれくらいだったのか、水温は上がった、水質は最上川の水が入った事によってかえって市内の河川がきれいになったという事も検証を通してわかりました【図 21】。

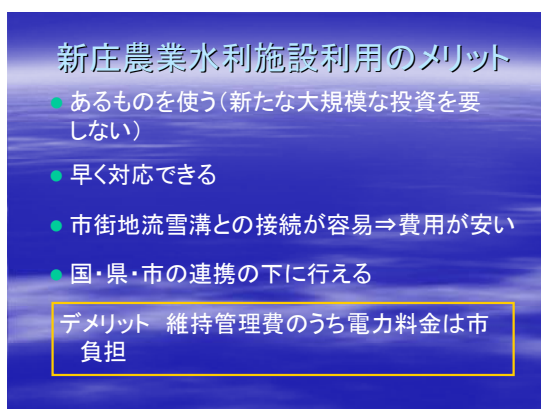
4. 試験通水期間中の管理組織体制



【図 22】

【図 22】は 14 年度も同じなんですけど試験通水期間中の管理組織体制です。これが清水揚水機場と第 1 号幹線につきましては土地改良区さんが主に管理していただくということで委託契約を結ぶわけですけども、運転管理等の業務も分担していただきます。新庄市の分担は、施設のパトロール、分土工・余水吐施設等の確認、それから水路の点検、既設水路の水深計測などを行うということで業務分担しています。

5. 新庄農業水利施設利用のメリット



【図 23】

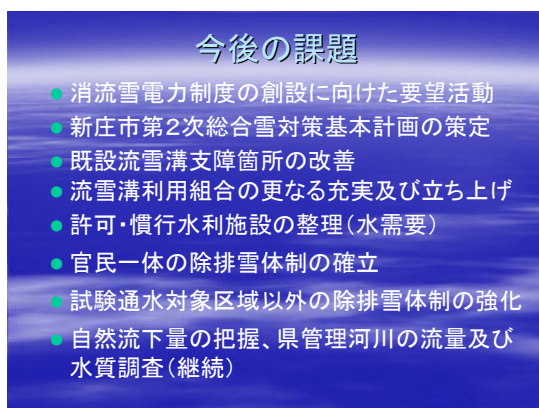
なぜ農業水利施設を使ったほうが

良いのかまとめてみました [図 23]。新庄市では厳寒期になると、河川の流量が半減するために河川に設置しているポンプから揚水することができなくなってしまうので、何とか水源確保ができないか？という話がございまして、議会のほうにも何パターンか提示しまして、説明した経緯がございまして。

新庄市農業水利施設を利用するメリットですが、例えば直轄の事業を使いますと、新たな社会資本を投資しなければならないわけですが、新庄農業水利施設はすでにあるものですから、あるものを使って新たに社会資本の投資をしなくても使うことができるわけです。それから早く接続することができる、早く流すことができる、あるものをつかうことによって工事をしなくてもすぐに水を供給できるという事。市街地の流雪溝と接続が容易であることから、工事費等の費用が安くなる事。国・山形県・新庄市この三者の連携のもとに行えるという事がメリットです。

反対にデメリットという用語弊がありますが、維持管理費のうち電気料金が市の負担である事で、かなりの金額になってしまいます。国の直轄の消流雪用水導入事業を行っているところで、電動機による揚水を行っているところでも各自治体で電気代の負担が大きい、と言われておりますので、新庄市でもデメリットとして考えられます。

6. 今後の課題



【図 24】

今後の課題であります【図 24】。消流雪電力の創設に向けた要望活動、これは一応電力会社さんからも、「来年度中になんとか回答したい。」ということでございましたけれども、これは新庄市だけの問題では無く、引き続き要望活動を続けていかなければならないと考えています。

それから今年度「新庄市第2次総合雪対策基本計画」これによって水源の確保、今後の流雪溝整備の計画等をこれに基づきまして、進めて行きたいと考えております。それから既設流雪溝の支障箇所の改善、これは昨年度の試験通水におきましても1月末から2月の下旬にかけて毎日30センチほどの降雪がありました。そういったことでかなりの箇所で「水上がり」が起っています。住民の利用する側の投雪のマナーによるところもありますけれども、昔からある流雪溝と、新しく整備された流雪溝とでは構造が違いますから、角があったり勾配がゆるかったり、といった事もございます。県道と市道が交差する箇所で勾配変わり

が起っている箇所、そういった支障箇所を修繕等で改善して安い値段で直しながら使っていかなければならないと考えております。

流雪溝利用組合、新庄市でも流雪溝利用組合はあることはあるんですけども、なかなか十分な組合の動きが取れていません。ですが昨年の試験通水で今まで停滞していた組織が活動復活した、というところもありますし、また新しく新規に立ち上がったというところもございます。こういった事例を参考にしながら、市の職員が住民の説明会に足を運びまして、利用組合の更なる充実とか、新規の町内ごとの利用組織の立ち上げを行っていかなければならないと考えております。

それから河川から水を汲み上げるわけですので、現在新庄市の場合ですとポンプで取水する許可水利、それから慣行、昔から灌漑用水として使っていた井堰がまだあります、こういった灌漑用水は通常ないと言われていまして、今まで慣行になっていた部分を許可水利に切り替えて、冬期間許可を受けて利用できるような水利施設の整備を行っていきたいと考えております。

除雪や流雪溝の整備とかは役所でやりますけれども、住民の協力と一体となっ て行わなければ、十分な機能を果たすことができないということで、より一層の住民と一体となった除排雪体制の確立が必要なのではないかということが上げられます。

それから試験通水区域、これは先ほ

ど申し上げた既成市街地の 144 ヘクタールですけれども、それ以外の区域ですね。水が流れるところでは雪を流雪溝に投雪して溶かすことができるからいいわけですが、それ以外の地区には、そういった施設がないわけですので、水が流れていない地域では除排雪体制の強化が必要なのではないかという課題が挙げられています。

それから市内を流れる河川、これの自然流下量の把握。以前河川の流量、井堰の流量等の調査は行ってございますけれども、こういったところを毎年定期的に流量を観測することによって、大体どれぐらいの水量があるから水が取れる、というのを出すために、こういった事を直営でやっていかなければならないと考えてございます。

それから3河川の県管理河川の流量、それから水質調査につきましても、継続して調査をしていく必要があるのではないか、というのが今後の課題としてあげてございます。

以上をもちまして終わります。つたない紹介でございましたが、発表の機会を与えていただきありがとうございます、失礼します。

Q&A

国土交通省都市・地域整備局地方整備課 安中 新太郎

Q 柏倉さんにお伺いしたいんですが、新庄市の中の既存の融雪溝の整備延長とカバーエリアの面積、それから今回の実験もしくは今後の整備計画の中で、どのぐらいの整備延長もしくはカバーエリアを考えているのか、というのを確認したいと思います。

山形県新庄市建設課雪総合対策室 柏倉 敏彦

A 全体計画で 560 ヘクタールで、流雪溝の計画整備延長が 90 キロです。それで現在までの整備済み延長が約 44 キロになってございます。その 44 キロの整備されている部分につきまして、昨年度から試験通水という事で足りない水を国の直轄河川の最上川からポンプで汲み上げる、というふうなことをやってございます。

自然熱利用による路面の融雪・凍結抑制 の実用的技術

福井県雪対策・建設技術研究所
総括研究員 宮本 重信

こんにちは、宮本です。私、福井県の職員として、都道府県では公共事業のこういう研究機関というのはそんなにたくさんなくて福井の他には東京とかにしかないんでしょうかね。それで私の所がたまたまこういうことをやり始めまして、私は17年程こんな事ばかりやっているんですけども、色々お話をさせてください。

1. はじめに

基本的なこと

1. 熱は運動エネルギーに比べ大きい
1Nm=1j 100m高さの水 落下して0.24°CUPにしか
風車の運動エネを熱にして蓄えて融雪は困難
2. 電気, 燃焼(1,000°C)など高質エネルギー
で0°Cの雪を溶かすのは浪費, 地球破壊
3. 融雪・凍結抑制には大量の熱量,
常温で良い→ 太陽熱, 地中熱
でも高温が速く雪を溶かせる
福井はこの熱に恵まれて雪が降る有利な地域
→普及→コスト縮減 →不利な地域へ

【図1】

雪を溶かす話で、基本的な事をちょっとお話をさせてください【図1】。熱は運動エネルギーに比べて、非常に大きいんです。1 ニュートンメートルが1 ジュールで、100メートルの高さから水を落下させると、当然位置エネルギー、運動エネルギーが熱になるんですけども、わずか0.24°Cしか上がりません。ですから地下水みたいなちょっと温度の高い物を、100メートルぐらいであろうと汲み上げれば非常にエネルギー的には効率的な事になります。よく風車なんかでエネルギーを取り出して融雪するなんて事も福井でもあるところでやっているんです。け

れども、非常にうまくいかない、難しい、ということはこういうことから想像されます。これが1つ目。

2つ目は電気とか化石エネルギーといたものは非常に質の高いエネルギーです。同じカロリーでも電気ですと機械の制御にも使えますし色々な用途に使える。こういった質の高いエネルギーをただか0°Cの雪を溶かすのに使ってしまうというのは私に言わせれば、厳しい言い方ですが「地球破壊者」ではないかと思えます。現にスイスなんかでも冷暖房にもこういったエネルギーを使わないよう指導されています。

3つ目は融雪には大量の熱量が要るんです。0°Cですから10°Cとか、極端な話4°Cとかそんな温度でも雪は解けます。でも量がすごく多いということが融雪を考える上でのポイントです。福井は割と自然の熱がたくさんあって、そういう意味ではこういう研究をやるにはふさわしい地域だと思います。こういう所の技術が普及して、コストが下がって、もうちょっと北の方にも行くというふうになれば一番いいのかなと思います。



結露凍結（鋼床版橋VS鉄筋コンクリート床版）
2001年12月25日早朝
福井署管内で20件の事故、内11件が3鋼床版橋で

[図 2]



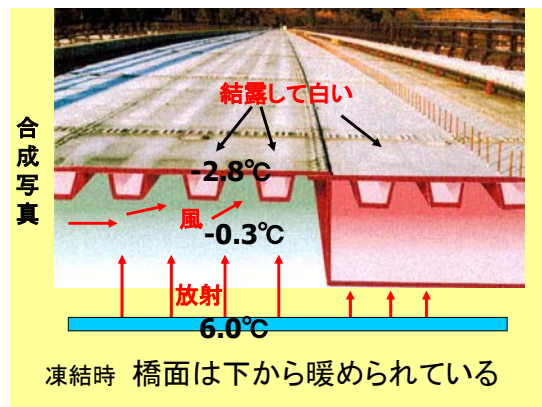
鋼床版橋のみが凍結しての事故

[図 3]

始めに凍結の話をしてください。
[図 2] の写真は橋なんですけど鉄板の厚さが 12 ミリ。1 センチほどの鉄板の上に 8 センチの舗装が乗っている鉄床版の橋なんです。奥のところは朝に結露して真っ白になるんです。フロントガラスがよく結露して白くなる、あれと同じです。あれちょっと触っているとつるつるになります。手前側は同じ橋でも鉄筋コンクリートの橋です。その橋だと 25 センチぐらいの厚みの上に 8 センチぐらいのアスファルト舗装が乗っています。そうするとこっちは全然結露しないんです。極端に鋼床版のほうが悪いんですね、それならこういう橋を使わなければいいん

ですけれども、いろんな技術的な理由がありましてこういう橋があります。例えば瀬戸大橋もこういう鋼床版の橋です。車が来て、突然この白い状態になると、[図 3] のように事故になってしまいます。福井市内に 4 橋しかないんですけど、事故の数はすごい数になります。予想して塩を撒けばいいんですけど、予想が外れるんです。外れるとこうなると大変なんです。これをなんとかしろ、と私ども県の職員で土木の仕事をしている方から言われまして、考えた事なんです。

2. 潜熱蓄熱材で太陽熱を蓄えて橋面の凍結抑制

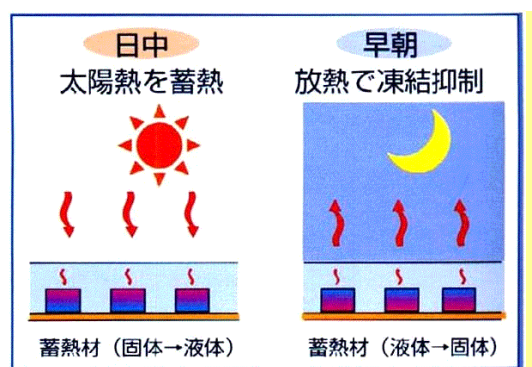


[図 4]

みなさん橋の上に行きますとすごく風が冷たくて、橋は下から冷やされているから冷えるんだ、と思われる方多いんです。でもそうじゃないんです。この [図 4] は合成写真でして、工事中の鋼床版の橋を写真で撮って断面を描いたんですけども、表面は結露して真っ白になっています。この表面温度が -2.8°C だったんです。風は -0.3°C 、放射冷却で冷えるんですね、

雲がない日に。そうしますと風のほうが温度が高いため、下面から風の当たる所は結露しないんです。風の当たらないところだけが結露するんです。非常によくわかりやすい写真だと思います。また下が川ですので川の温度が6°Cあるんです。そうするとだるまストーブとか放射型のヒーターと一緒に、6°Cの川から上に向かって放射で橋があたります。下を遮られたらもう熱が入ってこないで、遮られた所だけが結露してものすごく冷える、こういうことになります。人間は37°C近くありますので風が冷たいな、と感じるのはわかるんですけども、こういう放射冷却してマイナス温度の橋にとってみれば風も川も温かいんです。

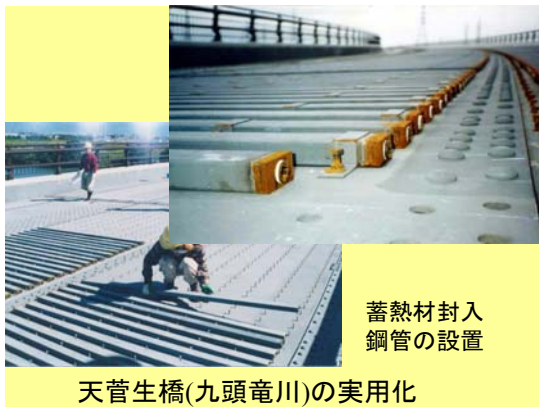
この鋼床版だけがなぜ凍るのか、という理由は熱の容量が小さいんです、ペラペラですから。さかずき1杯の水を冷凍庫に入れたらすぐ凍りますよね、バケツ1杯の水だったらそう凍らないでしょ、そういうペラペラの橋っていうのは熱の容量が小さい、さかずき1杯の水と同じなんです。だから凍りやすい。鉄筋コンクリートの厚い床版ですと熱の容量が大きいから、そんなに結露しないということになります。



概念図

【図5】

じゃあ熱容量を大きくすれば良いじゃないかと考えます。とって重さを重くしたら橋ですからこれ大変ですから、コンパクトに入れる方法として考えたのが液体から固体、固体から液体になる温度が3°C程度の物、そういう物を見つけてきました。そしてこの鋼床版の橋の舗装の中にそういう物を入れる【図5】。すると日中3°C以上になっていけば固体だったものが液体になって熱が溜まる。潜熱蓄熱材っていうのは割と長く温度をキープしますから、今度逆に雪が降った時とか放射冷却の時に、液体から固体になろうとして温度を一定に保つ、こういうことが起こるだろうと考えました。



【図 6】

それで実際、【図 6】は鉄板の橋です。こういうパイプを置きましてこのパイプの中にパラフィンという薬が入っています。



【図 7】

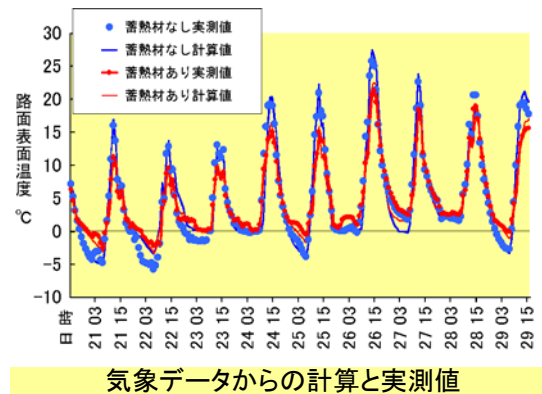
この橋はカーブ区間で非常に危険であったので、この橋を作るために死に物狂いで2年から3年でやったんです【図 7】。鋼管のパイプは錆びてしまいますから舗装はアスファルトというわけにはいかないの、鋼繊維、ホチキスの針みたいなものが入ったコンクリートを使って補強しました。そういうことによって防錆問題も鉄のほうが先に錆びて、防錆効果も非常に高くなります。コンクリートも膨張コンクリートというものを使いまして

水が入らない、酸素が入らないようなものを使用しています。



【図 8】

【図 8】ですが実際こんなふうによつとした雪ですと、ちょっと奥で見づらいですけど地面のところには雪は無いんです。それで普通なら橋の上だけが真っ白になるんですけど、こんなふうには雪の場合は地面の部分と橋の部分とが同じになるということであまりく、雪の場合も OK だということです。

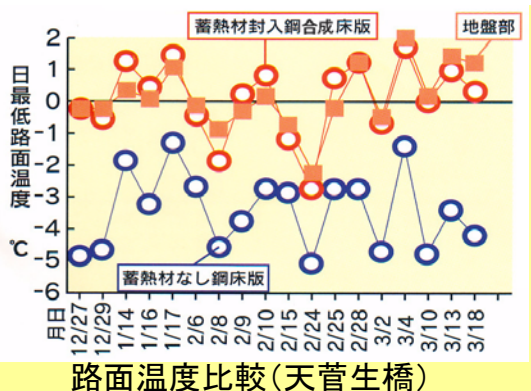


気象データからの計算と実測値

【図 9】

では、よその県でも使えるのか？ということで、気象データを取り込みまして計算にかけます。気象データを全部入れます。それで地表面の熱収支シミュレーションというのをパソコン

でやりました。その計算値と実測値を調べてみました。これ私どもの技術が「福井県内では使えるけれど、札幌市ではどうなのか？」それから「他の所はどうか？」と言われるものですからやったわけです [図 9]。これ青は蓄熱材のないものです。赤は蓄熱材を入れたものです。実線は計算値、ロッドが実測値です。10 日間データ取りまして、気象データだけ取り込んで、パソコンで計算したんですけど、まあちょっと合わないところもありますけれども、よく合っているかと思います。



[図 10]

[図 10] のグラフは1年間実際の橋でとったんですけど、12 月から 3 月で、ちょっと途中欠測もあるんですけど、 -5°C くらいになるような時は、蓄熱材のない鋼床版は結露して真っ白になってしまいます。そういう時も蓄熱材を入れたものは、この赤の通り 4°C とか 3°C くらいで温度が高くて、地面の所のアスファルトの舗装の温度と同じぐらいの温度になります。



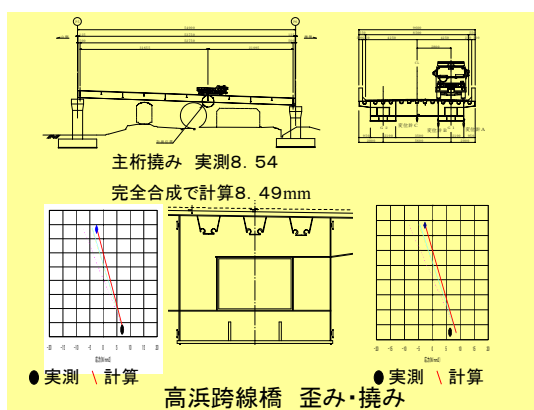
科学技術振興事業団

蓄熱材は独創的研究→ 成果育成事業(2500万円)

阪大松井教授, 大工大堀川教授, 福井鐵工(株)との共同
耐久性検証 鋼繊維コンクリートと鋼床
板との合成床として設計へ

[図 11]

この技術が実際に福井県内で三箇所実用化されています。しかしこれは今日の札幌市さんのお話じゃないですけど、こんなの 15 年に一回ずつ更新ではとってもお金ありませんので、[図 11] の写真のような輪加重載荷試験というのを大学にお願いしまして、パイプに入れた物をここで 50 万回 25 トン車相当以上の車を乗せまして壊れないかやったんですけど、まったく壊れません。壊そうと思って一生懸命やってくださったんですけど、壊れませんでした。



[図 12]

これは鉄板とコンクリートと一体になるものですから、アスファルトだと駄目なんですけど、コンクリートで

しかも鋼繊維を入れているものから、非常に強いんです。それならこれ舗装じゃ無しに「構造体」だ、ということで「鉄板と舗装が一体となった合成の橋」とみなすことができるわけです。そうすると桁とか床版の厚さなんかを薄くすることができるだろうということで、実際の高浜の跨線橋でやったんですけれども、60メートルぐらいのスパンのところ、ここでは鉄板の厚さ通常 12 ミリなんですけど 10 ミリにしました。桁もおそらく小さくできるだろうということなんです。けれども桁まではやらなかったんですけどね。それでせっかくやったんだからダンプトラックを置いて、合成がきちっと取れているかどうか？ずれたりしないか？をチェックかけました [図 12]。それで完全合成で計算すると計算値で 8.49 ミリ、ダンプを載せると桁がたわむはずなんですけれども、実際は 8.54 ミリで、ほぼ完全な合成が得られていました。それから歪みもとりました。計算で完全合成でやった時と、ぴたっと合うという事がわかりました。したがって橋の桁も小さくできる。こういう橋というのは、もともと桁高の制限された所で使われることが多いんです。これはこの方法でやると更に薄い橋ができる、ということになるので、そういう意味では桁高が制約されたところでは非常に意味ある橋になると思っています。

鋼床版橋蓄熱材封入のまとめ

1. パラフィン封入で凍結は地盤部なみに
2. 全国864箇所の気象データ、橋梁構造で路面状況は計算予測できる
3. 耐久性がある、合成床版として設計可

[図 13]

この技術そのものは、パラフィンを入れれば凍結は地盤部並みになる。それから全国 864 箇所の気象データアメダスのポイントデータであれば、路面の状態はどんな橋の構造っていうのをいれると、状態が予測されます。どれだけ結露するか、そんなのも全部計算できます。それからまた耐久性もあります。こういうことになりました [図 13]。

それで「札幌とかそういうところで使えるのか？」とみなさんおっしゃるんですけれども、実は札幌の場合も、春先とか秋口にこういう橋のところは非常に事故が起きる、という事を聞いております。逆に太平洋側の東京なんかでも、こういう現象起こしまして、瀬戸大橋なんかでも塩を撒いているんですよ。ですからそういうところでも使えるオールジャパンな技術だなと思います。

3. 地下水二度使用のシステム



[図 14]

[図 14] の写真は昭和 61 年ごろ、私がこの事に足を突っ込んだ最初の技術なんです。これは地下水をまず歩道の中にかぶり 3センチから 4センチくらいにパイプを入れておきまして、その中に流して歩道の雪を溶かす。16℃くらいの水が 7℃くらいになって今度は車道に撒かれる、こういう地下水 2 度使いのシステムです。



[図 15]

これは非常に合理的で温度の高い領域のところは無散水で溶かして、冷たくなった水は直接雪と触れれば、温度的には有効利用できるということです [図 15]。歩道のところは車も通らないからパイプを入れても大丈夫

だということで、これ全国に広がりました。実は先ほど新庄のきれいになったタイルの舗装のところ見たんですけども、こういうパイプの跡がありまして、私やっぱりそういうものですからわかりますから、「ああここ地下水 2 度使いの、私の日本で初めてやったのがここでも使われるようになったのかな。」と思いました。あの時にもうちょっと頑張って実用新案ぐらいしていれば福井県庁もだいぶお金儲かったのかな? という気がしましたけれどもね。まあそれは冗談として本当に日本中に普及されました。歩行者は歩きやすいということで、非常にいいかなと思っています。

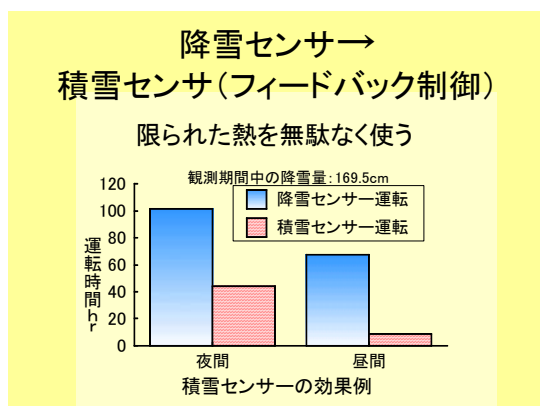


[図 16]

それからこの [図 16] の写真も当時昭和 62 年ごろ作った物ですけど、これ散水融雪なんです。融雪装置を運転する場合、雪が降っているかどうかを見て運転するのが一般的です。今でも一般的なんですけど、これちょっとおかしいなと思うんです。と言いますのは、この部屋暖房してありますね? 暖房して部屋の温度を例えば 20℃に設定して、20℃以上になったら暖房が

切れる。こういうふうな制御をおそらくされていると思うんです。でも融雪装置についてはそういうふうな制御をしていないんです。要するに外気温が 20°C になったかどうかの、そういうフィードバックがないんです。うまくこの暖房ができたかどうか見ていないんです。だから雪が路面にあるかどうか、この融雪がうまくいったかどうか、それをちゃんと見て運転するのが、どう考えても論理的だろうと思います。

ただなかなか雪の有無を確認するというのは技術的には難しいんです。亡くなられましたけど当時、石川高専で今井先生という方がいまして、先生は小さな校内実験をやっていたんですけれど、それを拡張しまして【図 16】にあるセンサーを作ってしまいました。光を出してその反射が、白いと反射量が多いということで、雪の有無を確認する。あといろんなチェックもかけまして誤操作しないようにしてあります。



【図 17】

これでやったら例えば従来の降雪センサーの運転時間が青のグラフな

んです【図 17】。これ 1 シーズンやってみたんですけど、夜間ですと 100 時間、積雪センサー運転になると大体 4 割くらいまで落ちます。昼間ですと日射があるわけですので、そうすると 7 分の 1 の運転時間に減ります。ですからすごく節水・省エネになります。ただ、今の福井の人たちは雪が降ったら水をまかないと、承知しないって言うか、「おかしいんじゃないか？」と結構苦情入るんです。それで困っておりまして、そういう住民との問題も色々あるなと思っています。その辺も含めてバージョンアップ、このセンサーも高いですから、250 万、300 万の機械になってしまっています。それでもっと安くするというので、今、画像処理を使ったものをうちの電気の博士がいますので、彼に頼んでやっています。画像処理でやれば土木事務所で雪があるかどうかチェックもできるんです。

以上が地下水を使った融雪なんですけど、やっています「地下水を使ったら駄目だ。」と、県庁環境保全課の人からずいぶん叱られまして、叱咤激励を受けたと私は思いました。それで始めたのが地面の熱を使おうという発想です。

4. 建物の基礎杭を熱交換杭に兼用利用した地中熱の融雪システム



パイプ イン パイル
基礎杭利用地中熱融雪システム

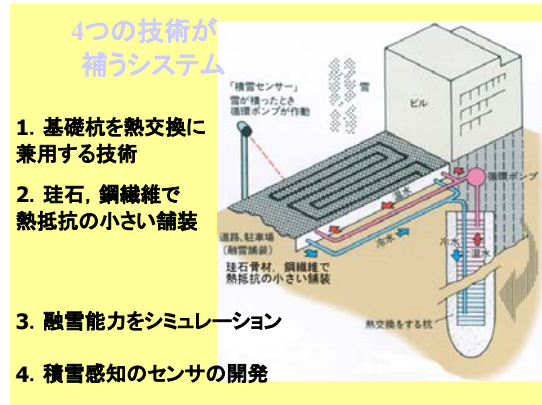
[図 18]

太陽熱が地表面から入って拡散して地中の温度は冬と夏の平均値

- そこで 欧米ではヒートポンプを併用して冷暖房に利用(アメリカだけで40万箇所)
- 熱交換杭挿入のためのボーリング費が欧米に比べ日本では高く、実用化の桎梏

[図 19]

[図 18]の写真は県立音楽堂の基礎杭、この杭の中に水を溜めて、地中熱を使って融雪している写真です。実は地中熱の利用ってというのは、アメリカなんかではヒートポンプとか使って、冷暖房で 40 万箇所ほどやられています。日本ではほとんどされていません。なぜかといったら、ボーリングの費用が1桁ほど日本の場合高いんです。ヨーロッパと違って地層が複雑で高い、それがうまくいかない理由とされています [図 19]。



[図 20]

それで考えたのが、杭の値段を下げるために、杭というのは中は空になっていますが、その中空の中に細いパイプを入れておく。もう一つ上にもパイプを入れてそれを水で満たして、放熱管とつないでおく。そして融雪で冷たくなった水が下に入って行って杭の中に出てきます。それを杭のポンプで循環していますので、杭の上の方に上がります。その間に地面の熱を得て、入る時が4℃くらいであっても、上まで上がる時に10℃とかそういうふうになります。こういうことを考えれば割と安くできるんじゃないかな、ということになり始めました [図 20]。



[図 21]



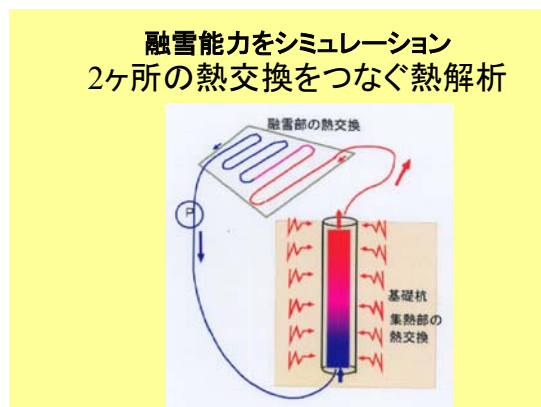
[図 22]

[図 21] は実際の工事の写真ですが、それぞれのパイプに温水・冷水が入っていく、というふうにしてポリエチレンのパイプを入れるという事です。周りはコンクリートで基礎として打たれます。[図 22] の写真のようにして何本も杭でパイプを入れてやるという事です。地中熱を集熱する装置として基礎杭を兼用して使うという発想です。



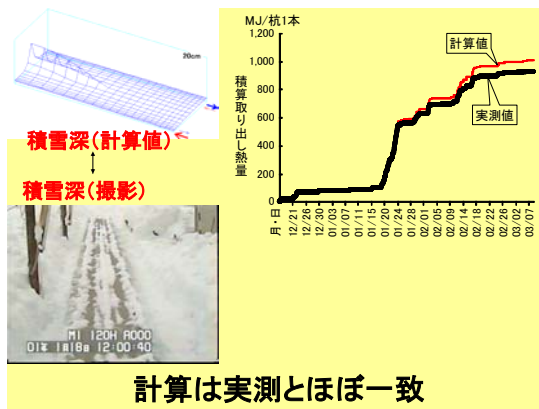
[図 23]

[図 23] の写真の場所は 1992 年にこの建物でこの技術を使って、92 年からですからもう 10 何年も使っています。それで 2001 年の大雪の時に福井市内 93 センチくらい雪がありましたけれども、ここはうまく溶けています。



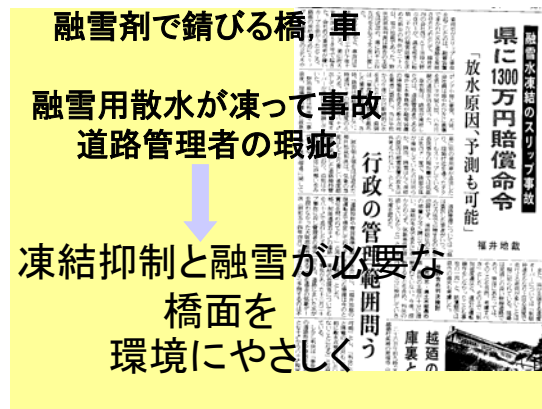
[図 24]

このシステムには熱交換器が2箇所あるんです [図 24]。これをうまく計算しないとどれぐらいの雪に対してどうなるか解らないということで、次のような計算をしました。



[図 25]

これは私の仕事じゃなく、共同研究者である福井大学の機械の竹内先生の作品です。融雪装置を作って、杭を作っておいて実験しているんですけど、雪の解け方をシミュレーションしているわけです [図 25]。手前から温かい水が入ってきまして、Uターンして冷たい水に変わって出てくる。ちょうどパイプとパイプの間のターンした部分が、一番雪が積もると計算上はなります。[図 25] の左下の写真が同じ状態の撮影で、まあよく似ているかなと思います。出口入口の温度はぴたっと合っています。これは気象データだけを取り込んでシミュレーションしていますから運転も雪が積もったかどうか見て運転するよう、プログラム上動かして実際に合わせています。それがぴたっと実際と合うからすごいと思います。1シーズンやっただんですけど杭が取り出した熱量は計算値と実測値はまあまあ合います。



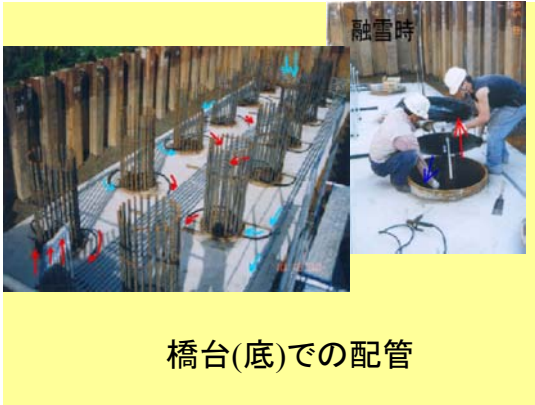
[図 26]

やっけていましてあと問題になったのは橋なんです。橋のところが冷えて、水を撒くと凍ったりいろんな問題を起こします。これ福井県なんですけど散水した水が凍って事故とかで裁判で負けた。そういう記事です [図 26]。



[図 27]

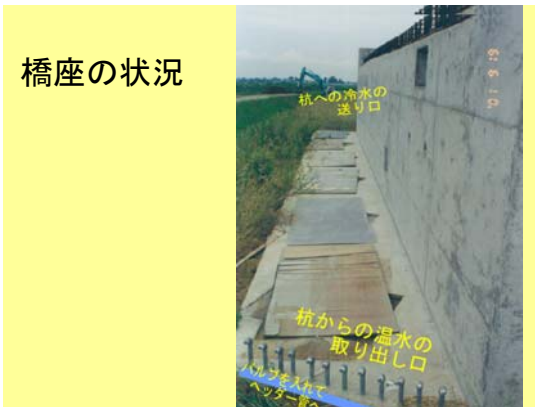
それで橋のところを何とかしよう、ということで研究にかかりました。橋台のところの鋼管杭の先端を、普通はこんな杭使わないですけど、中に土砂入らないように空洞にするために、[図 27] の写真のような変な杭をねじ込んでいきます。



橋台(底)での配管

[図 28]

ねじ込んでやってこの [図 28] の写真に何本もあるのが杭です。ここで同じようにパイプを入れてやります。

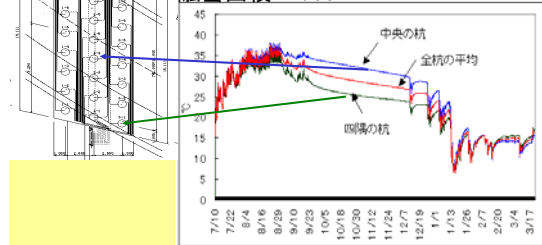


[図 29]

[図 29] が出来上がったところで写真手前の方が温水を取り出すところです。ここでまとめてヘッダー管というもので一つにまとめます。奥が杭への冷水の入り口です。

5. 橋梁の基礎杭は夏の太陽熱を蓄熱するのに最適

• 地中熱集熱は干渉で少ない一太陽熱を季節蓄熱
平均55cm 3行8列 24本の基礎杭
融雪面積 1700m²



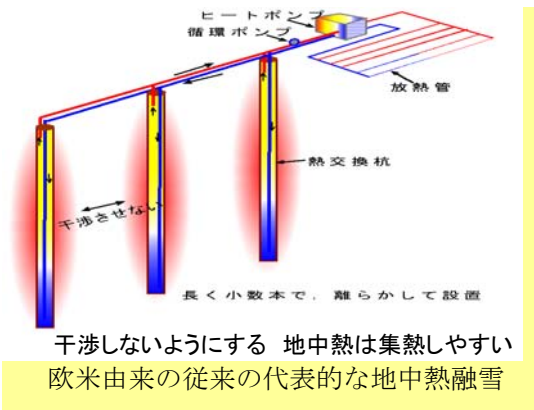
杭内平均水温のへ変化

[図 30]

それから面白いのは、これだけ 2メートル間隔で大きい杭があるので、融雪したらお互いに干渉して熱が取れないって問題が出てくるだろう、ということになって大変なんです、そこで発想を逆転しまして、これはひょっとすると夏に杭の中の水温よりも舗装面が暖くなった場合、その時ポンプをまわしたらどうなるか、ということをやったんです [図 30]。太陽の熱がどんどん中に貯まって、杭の水温がずっと上がりまして、8月の下旬ごろには 35°C以上になります。それでちょうど真ん中の杭は、周りをガードされていますので、熱逃げるところがないので 30°Cくらいがキープされます。それから隅の杭は 22°Cくらいになります。いずれにせよ、雪を貯めるのに、少しずつばらばらに貯めたら夏まではもちませんけれども、この会場いっぱいぐらいに雪を集めれば、外側は溶けても中は残ると同じで、それが密集して杭があるわけです。これで夏の熱が貯められるということに

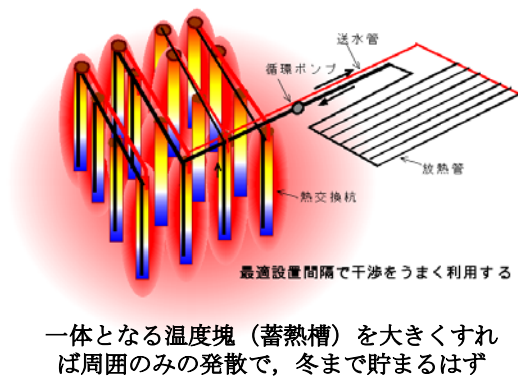
なりました。

6. 熱交換杭を 1.7m 間隔で多数設置しての季節蓄熱



[図 31]

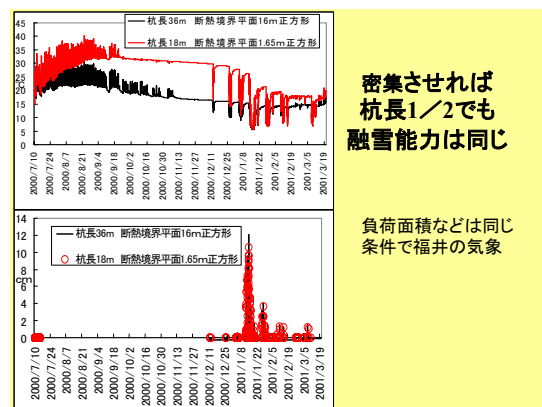
こういう発想というのは今までなかったんです。と言うのは地中熱使うのはみんな欧米由来でして、距離を干渉させないように離すんです[図 31]。だいたい 70 メートルか 150 メートルぐらいボーリングして離れさせておきます。地中熱を取るにはこの方法は確かに良い方法です。ヒートポンプなんかをつけたりするやり方なんですけど、これで夏に熱を貯めたらみんな発散しちゃうんです。



[図 32]

今の話は橋梁の基礎杭を兼用した

んですけど、実は福井市内の建設中の大きな橋がどうしても基礎杭を兼用できないタイプの橋だったものだから、そこから発展させたんですけれど、専用の杭を、仮に径 13 センチくらいの杭を行列に密に多数設置すると同じ現象を起こして真ん中は暖かくなるだろう、ということでやりました。[図 32]



[図 33]

[図 33]の数値シミュレーションはまた竹内先生に頼みまして、ずいぶん時間をかけて、私も協力しましたが、どうもやりました。どういう事になったかといいますと、従来の物ですと杭の長さ 36 メートルを 16m 四方のところにもう完全に 1 本だけあるという状態です。そうすると夏貯めていまましても、16°C だったものが 1 次的には 30°C ぐらいまで上がるんですけど、ずっと下がってしまって、12 月頃には 17°C になってしまって、結局発散しちゃうんです。それでこれを 1.6 メートル四方にメッシュでたくさん打つという形で計算したんですけど、そうしますと杭の長さ半分の 18 メートルであって

も、30℃ぐらいで12月まで持つんですよ。そうすると大変なことになるんですよ。いろんな本読んでいまして「季節蓄熱」つまり夏の熱を冬まで貯める、冬の熱を夏まで貯める、というのは頭の中ではわかっていたんですが、実用化されなかったんです。今この発想の転換によってできるという事が解ったわけです。

それで貯めたものでどうなるかという、**[図 33]** の下のグラフは雪の残雪量なんですけど、ここにありまのように、18メートルの物の残雪が11センチぐらい。36メートルでぽつんと置いたものは12センチで、18メートルのほうが残雪量が少なくてパワフルなんです。ですから、杭の長さが半分でも融雪能力を同じにできる、という事がわかったんです。もちろん夏に運転しなきゃいけませんけど。

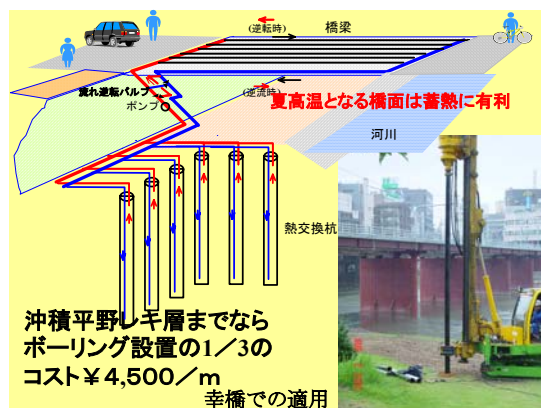
7. 専用熱交換杭は杭施工法を用いればコストは1/3にできる



[図 34]

実は私の事務所のところに12センチの直径のものを打ちまして、1年半かけて実験しようとしてやりました **[図**

34]。杭打ち機は戸建住宅用の機械で打てますので、すごく安いんです。



[図 35]

大体これでボーリングすると1メートル2万円ぐらいかかるんです。このマシンでやりますと鋼管杭を入れても4,500円ですので大体4分の1の値段でできちゃうんです。なおかつ夏の蓄熱で2分の1になりますので、8分の1になるんですかね、ちょっと言い過ぎかも知れませんが、まあ8分の1ぐらいの値段でできるようになりました。そういうものがあるものですから、今架設の橋で使おうということで、やっています。河川敷のところはこの杭を打たせてもらって、それで融雪するというをやっています。

建設コスト

橋台杭(実施工)事例

- 杭周りの配管 2箇所36本杭で500万円
- 中掘杭をつばさ杭に 220万円
- 熱源部 計720万円 ¥4,240/m²

専用杭(試験施工 小規模)

- 杭 ¥3,900/m × 2.7m/m² = ¥10,530/m²
- 配管制御工事 ¥23,400/m²
- 計 ¥33,930/m² (福井市電気融雪50,000/m²)
- 幸橋 合成化で7000+2000万円 / 3000m² = 3万円/m²カット
- → 実質 3,930/m²の超激安融雪

[図 36]

ちょっとコストの話になりますと、さっきの兼用した杭、これだと融雪装置 1 m²あたり 4,000 円ちょっとぐらいでできます [図 36]。今の専用杭で入れるものでやると、1 万円くらいでいけるでしょう、熱源の部分だけですけれどね。あと配管工事なんかをいれると、34,000 円ぐらいで行くんじゃないかなと思っています。そうすると福井市で電気ヒーターでやっているものが 1 m² 50,000 円なので、こちらのほうが安い。それから実際 140 メートルの橋長で 30 メートルくらいの幅員の橋を、今工事前提で進んでいます。そこでですとさっき言いました鉄板の橋だったものですから、合成化の効果を入れると 9,000 万円くらい安くなりました、鉄板の橋の値段が。これでいきますと 3,000 m² 融雪するので 1 m² 当たり 30,000 円カットされますので、34,000 円から引きますと大体 4,000 円の融雪が結果的にできてしまうということです。

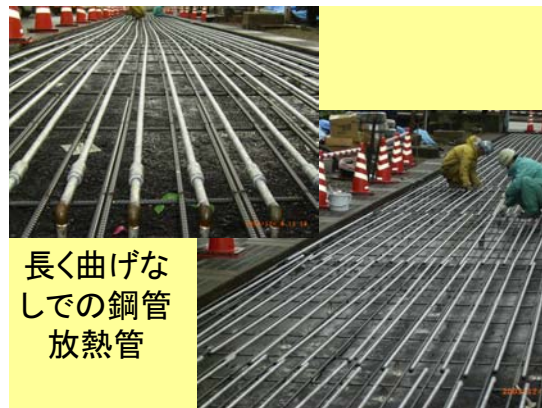
正立方体？の熱塊となる長さや広がり
地中に季節蓄熱を 建設コスト1/2

- ポーリングでポリ管を挿入工法に比べて鋼管杭ねじ込み圧入で1/3化
- 橋梁基礎杭利用では1/6化 1.5万円/m²？
- 本システム（福井では3.5万円/m²？）
- 問題点 札幌では不凍液が必要で熱媒体量が多く必要でそのコストUPが問題

[図 37]

あとちょっと気になっているのが、札幌なんかでは不凍液がいると思うんです。福井ですとそんなにパイプが

凍結するところまで行かないですから、楽だと思っているんですけども、その辺で多少高くなるのをもうちょっと技術的に考えなければならないと思っています [図 37]。

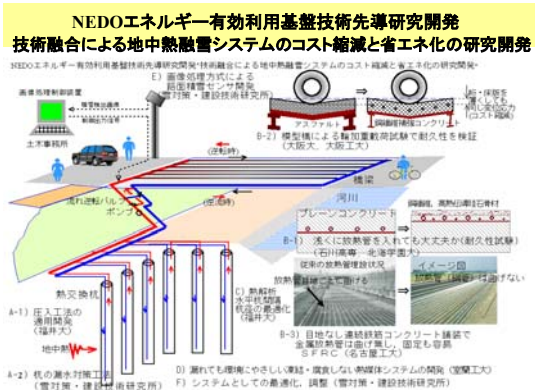


長く曲げなしでの鋼管放熱管

[図 38]

融雪の放熱管でも私もいろいろな工夫をしまして、熱の伝わりがいいスチールの管でも、直線的にコンクリートで目地もなしにやれる、という技術を今実証しようとして、実際規模でやっています。何 km もジョイント無しでうまくできるだろうと思います。これでコストがすごく下がります [図 38]。

8. おわりに



[図 39]

この研究全体を複合的にいろいろな研究入れまして、無散水融雪をやろうということで NEDO から研究費をいただいてやっています。場の条件とかロケーションに合わせて地域に合わせたそういう技術を、橋とか他の分野の技術と融合すれば、コストがすごく下がる。そのことによって財政的にも負担無しで、なおかつ環境にも優しいし、人にも優しい、こういう技術をオリジナルで造ろう、というふうにやっています [図 39]。地域がそういうことをやるのが他の技術にも波及する。私どもでは杭を使ったものを冷暖房にも使おうということで、そういう方向も見出してやっています。なかなか雪が降らないものですから、私商売あがったりなものですから、そういう事も技術展開しながら、特に地域に役立ついい物を作りたいと思っています。

どうもありがとうございました。

Q&A

防災科学技術研究所 長岡雪氷防災研究所新庄支所 佐藤 威

Q 宮本さんに一つお伺いしたいんですが、ヒートパイプを密集させて埋めるというアイデアですね。あれは地下水の状況とかにもかなりよるんじゃないかという気がするんですけども、実際に施行された事例では地下水がかなり速く流れる地域なのか、あるいは余り地下水が流れていない地域なのか、という事をちょっとお伺いしたいんですが？

福井県雪対策・建設技術研究所 総括研究員 宮本 重信

A おっしゃるとおりでして、もし地下水の流れのあるところでしたら、夏貯めた熱も地下水と一緒にどこかに行ってしまうという事になるんです。実は福井の方は沖積の平野で粘土とかシルト（砂と粘土との中間の粒径をもつ^{さいせつ}砕屑物）がたまった地域なんです。そういうところは粘土とかシルトですので、もちろん深いところに行けば砂利盤もありますが、私たちは杭工事の容易な浅い20メートルとか40メートルぐらいの部分しか初めから使う気ありません。ですからそういうところは、地下水は流れていないと思われま

す。今までですと、50メートルとか100メートルをボーリングして抜いているものですから、途中で地下水脈があって蓄熱がなくなってしまうかもしれないですけど、私らの場合には、ボーリングすることによってコストが上がってしまいますので、それをやらないで、短い杭を多数打つ、それで密にすることで立体的にボリュームを増やす、こういうふうな発想です。その事によって蓄熱と施工法の両方がうまくフィットする。そういうふうな技術だと思っています。よろしいでしょうか？

国土交通省都市・地域整備局地方整備課 安中 新太郎

Q 宮本さんにお伺いします、杭の熱の計算をやられていたわけなんですけれども、橋台の杭の構造体として考えた場合のコスト計算を含めると、杭の長さとか杭の数、設置間隔等が必然的に最低コストというのが決まってくると思うんです。それとこの熱の計算との折り合いっていうのが実際に実証実験をやられているようなんですけれども、ここら辺がうまく熱量的に有効なものとして設定できるのかどうかというのをお聞きしたい。今後の実用化とかを考えるとそこが重要な点かなと思うんですが、いかがでしょうか？

福井県雪対策・建設技術研究所 総括研究員 宮本 重信

A おっしゃるとおりですね。私の方は2つありまして、1つは建物とか橋梁と

かの基礎杭を兼用して使う場合です。この場合はもう決まっているんですよ杭が。そこが今おっしゃる質問だと思うんです。この場合も、もし不足するならば専用の杭を増し杭するのかな、と頭の中では考えております。

それからもう 1 つありますのは一応計算やっているんですけどそのシミュレーションの精度が上がれば、例えば夏運転する時に色々細工することができます。と言いますのは杭の中の水温と路面の温度はどれくらい温度差があった時にどれくらい高い時に運転するかも決める事ができるんです。例えば、杭の中の温度より 12℃路面の温度が高い時にスイッチをオンにします。しかしそれを 5℃ぐらいに落とすとまた変わります。夏貯める熱が増えます。そこでちょっと遊びを取れるとか、それから融雪路面を黒く色をつける、そうするとどれぐらい変わるかとか、それから放熱管のピッチを変える、通常だと 15センチぐらいでやっているものを 10センチにするとか、ポリ管を使うのをやめて金属管にするとか、そうするとまた熱効率が違ってくるんですよ。いろんなパラメーターがありまして専用の杭を増し杭するのを含めまして、どれが一体最適になるのかというのは、いっぱいありまして。まあ基本的には値段はずいぶん下がる。熱源部だけで言いますと 1 m²あたり 5,000 円も見ていけばいいのかな、という事でストンとお金は下がって来るといふふうに思います。ただそれは杭の長さとか直径とかいろんなことがありますので一概には言えません。非常に短い杭しかないとなれば当然無理がかかります。ですから今までは橋や建物を建てるには地盤の悪い所は工事費がたくさんかかって大変だになってというのが一般的なんですけど、この発想でいきますと地盤の悪いところは雪溶かすのに向いている、ということになっちゃうんで、そういう意味では面白いなと思っております。これでよろしいでしょうか？

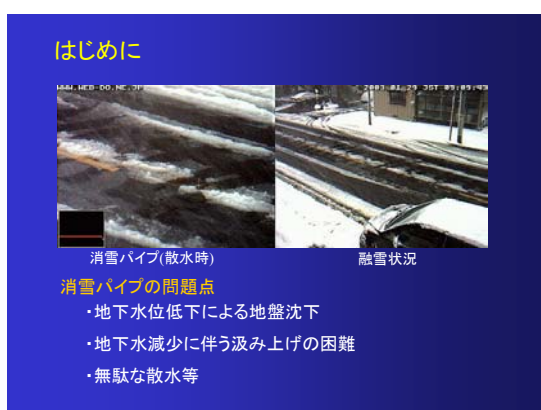
地下水節水型消雪パイプシステムの 実証試験

長岡技術科学大学

教授（工学博士） 福嶋 祐介

長岡技術科学大学の福嶋でございます。先ほど宮本さんから地中の熱を使うというお話がありまして、ただし水は貴重だから使わないということだったんですが、私は水は使うけれども、できるだけ少ない量の水を使うという話でございます。

1. はじめに



【図 1】

山形もそうかもしれませんが、新潟県というのは豪雪地帯ではありますけれども比較的気温が高い。だから消雪パイプというのは非常に有効な除雪手段である、というわけです。ただしこれは昨年度から始めましたものですから、まだ内容がデータを取ったばかりであるというホカホカのデータで、あまり解析もしていないんです。結局、消雪パイプというのは道路の中央に敷設してあるんです。【図 1】の写真でも中央から水が出ていますね、水を出してその水で雪を溶かすということです。これもセンターラインにずっと消雪パイプがございます。ただ消雪パイプの問題点というのは、地下水が低下しますからそれに伴って地盤

沈下が起こる可能性があるということです。それから地下水減少に伴って、地下水汲み上げが困難になる。特に春先豪雪の時なんかでは、地下水位そのものが非常に下がってしまって、取水自身が困難になるという問題です。それから無駄な散水をするということですから、資源の面からすると非常にもったいないことをしている部分もあるわけです。

2. 実証試験とインターネット

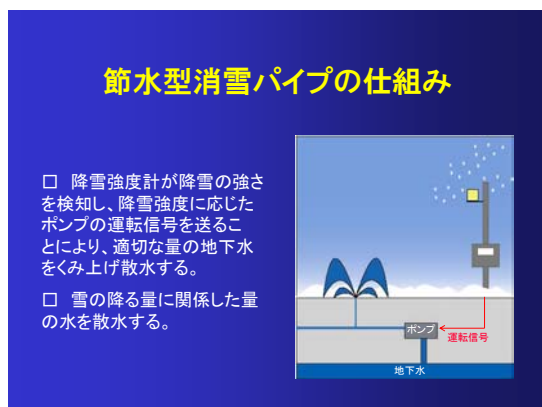


【図 2】

通常消雪パイプ、「在来型」とか「従来型」とかいうふうに言おうと思いますが、消雪パイプというのはどういうシステムで動いているのかというと、パイプのバルブを手で開けたり閉めたりしているというのは問題外です。それはもうエネルギー的に合っていない。

通常は上に降雪検知器というのを付けまして、雪が降ってまいりますと、その下に制御版があるわけですが、その降雪検知器からの信号をポンプに伝えてポンプの稼働をやる【図 2】。ただしポンプでは雪の降る量にかかわ

らず、一定量の水を散水いたします。地下水の状況に応じてこのポンプの動かし方は一定ですから、さっき言ったように、春先に地下水の豊富に取れない事態も発生しうるわけです。



【図3】

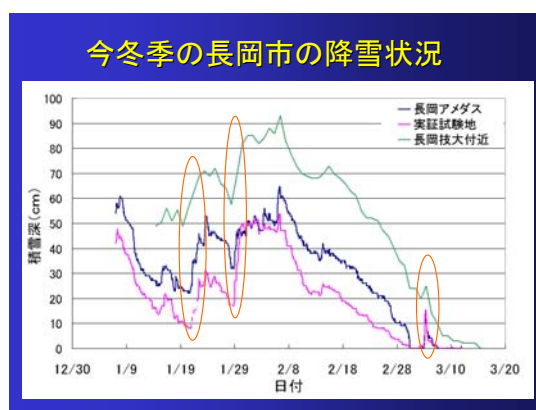
節水型消雪パイプのシステムというのは、それほど斬新なものではありません【図3】。要は先ほどは降雪検知器だったわけですが、降雪強度計という物を使う。つまり降雪の強さまで解るセンサーを取り付けます。そうして運転信号でポンプを動かしますが、ここがミソです。降雪強度に応じた運転信号をポンプに送ることによって、適切な量の地下水を汲み上げる、そして散水する、溶かす、ということになります。

皆さんインバーターエアコンの宣伝ご存知だと思いますけれども、ポンプをコントロールするためにインバーターを取り付けて、要するに周波数を変化させてポンプからの出力の強さを変えてやろうということです。

この実験は長岡市からの委託事業でして、長岡市の市道を使って現場実験をしております。ですから今まっ

たく現況で使われているものに新しくセンサーだけを取り付けて測っているということです。ただし雪のことですから、夜も測らなければいけないし、朝方も測らなければいけないですから、測定システムとして、インターネットを使って24時間連続測定を行うというのも、もう一つのミソでございます。

3. 今冬の積雪量

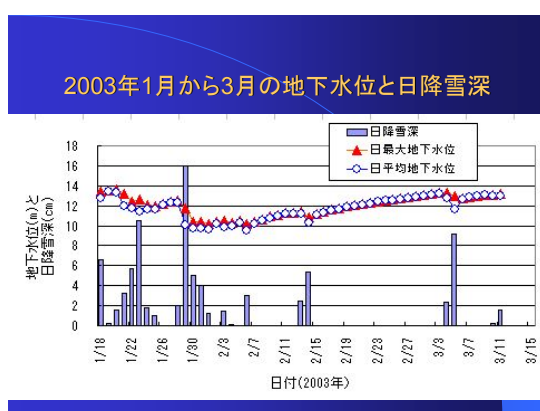


【図4】

それでこの【図4】ですけれども、赤い線が長岡市内の節水型消雪パイプ、大体長さ400メートルくらいだったと思いますが、その付近の積雪深です。それから青い線がアメダスのデータの積雪深です。それから余り関係がないといえば関係ないんですが、緑の線が大学の周辺で、市内の西にありまして山の上にありますものですから、少し積雪深が大きいんです。これは昨年度のデータで計器そのものをつけたのが1月の10日ぐらいなんです。12月から雪は降っていましたが計器の取り付けが間に合わなかったと言うか、長岡市からの委託研究が

来るのが遅れたと言いますかそういうふうなことで、1月の10日ぐらいから3月いっぱいぐらいまでしかデータを取っておりません。この間に1月の20日ぐらい、それから1月の29日、3月の10日付近ぐらい、の大きく3回ぐらいで降雪強度の強い時があった、ということでございます。

4. 測定したデータの解析

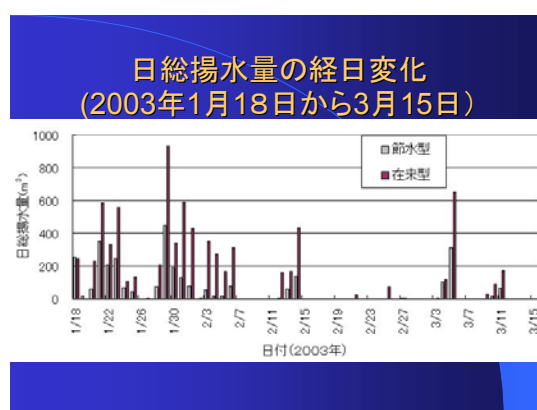


【図5】

【図5】は降雪強度を測定していますから、降雪強度に時間をかけてやれば、どれぐらい雪が深さとして降っているかわかるというわけです。ですからそれを一日分足して日降雪深としたのがこちらの棒グラフです。それから青い丸と赤い三角は、地下水位がどのように変わっているかということでございます。先ほど申しましたように、1月の20日ぐらい、それから1月29日、それから3月の10日ぐらいに渡って割と大きな強度の降雪があったということでございます。

色々な測定器をつけたわけですが、流量をどれぐらいとっているかわからなければいけませんから、流量計を

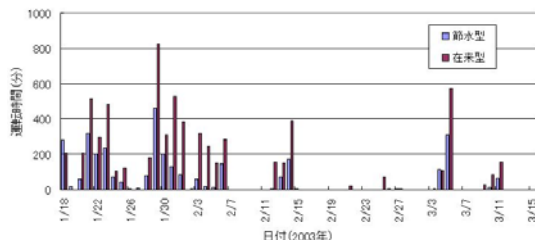
取り付けます。それから比較のために市内の隣接した地点に流量計だけつけて、在来型と節水型の比較をやりました。ですから消雪パイプとしては2本のパイプのデータを比較しているということになります。流量を測り外気温とかライブカメラで真夜中でも見れる。それにライトを当てて写真を撮ることにはしていますので真夜中でも現地の状況がわかるということでもあります。



【図6】

【図6】がそのデータの重要なものなのですが、日総揚水量、要するに1日の揚水量を合計したもの、赤いものが在来型で、白抜きで書いてあるものが節水型でございます。ところどころ節水型の方が大きかったりするんですけども、大体は、例えば1月29日ですと赤いものより白抜きが2分の1ぐらいになっている。それから2月14日では3分の1ぐらいになっている、ということで揚水量で見ると確かに地下水を節水している、ということが数字として出すことができたということでございます。

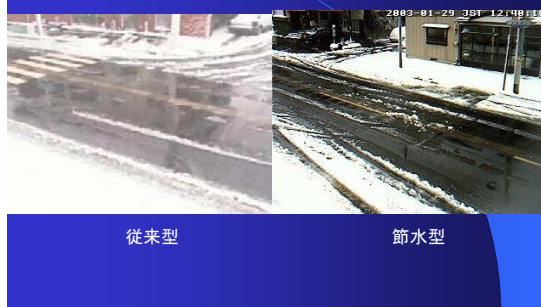
ポンプの運転時間の経日変化 2003年1月18日から3月15日



【図 7】

それから【図 7】は同じようなものなのですが、ポンプの運転時間を1日あたり何分運転したかということです。やはり降雪強度の大きなところで長時間の運転をしております。ただし、この節水型のほうがやっぱり2分の1ぐらいの運転時間である。ということはポンプを動かす電気エネルギーを節約しているということですね。ですから地下水を節約し、それから電気エネルギーを節約しているということになっているわけです。

実証試験結果 一路面の消雪状況



【図 8】

【図 8】の左の写真が従来型の所でして、ほとんど消雪されていることがわかります。右側のほうが節水型のものですけれども、使う水が2分の1か

ら3分の1になったのにも関わらず、同じような消雪効果が得られているということが、この2枚の写真からわかるということでございます。

先ほどインターネットを使ってデータを取る、というふうに言いましたけれども、この写真のデータも10分に1枚ずつ取っています。これが1番重いんですが、後の流量のデータとかは1分ごとに取っている。それで私が自慢したいのは、1月の初めから3月の終わりまで欠測したことが1度もなかった、ということです。それはこういう雪関係の実証試験をやるためには極めて重要なポイントではないかと思えます。

実証実験のまとめ(2003年冬)

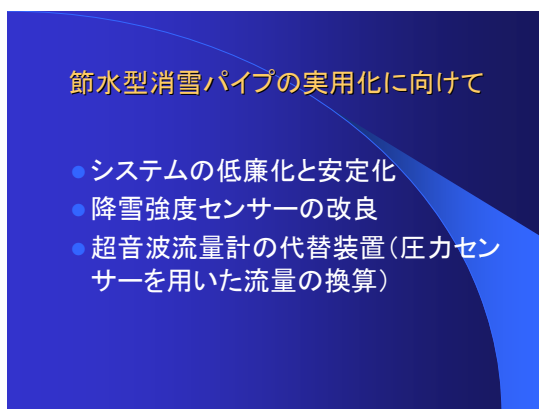
	累計降雪深 (cm)	総揚水量 (m^3)	総運転時間 (分)	使用電力量 (kwh)
節水型	84.5	3022	3171	718
在来型	—	7715	6898	2150
節水型/ 在来型	—	0.39	0.46	0.33

【図 9】

【図 9】が実証実験のまとめでございます。累積降雪深なんですけど、どうも値がちょっと小さいようで、本当はもっと大きな値だったようです。この次のカラムが総揚水量で節水型のほうが3,000立米、在来型のほうが7,700立米ということですから約2分の1から3分の1になっている、ということがトータルでも言えるということです。それから総運転時間は「分」

で表しますと、節水型が 3,170 分、在来型が 6,900 分ということですから、やはり 2 分の 1 から 3 分の 1 くらいの運転時間でございます。したがって使用電力量、これはポンプを動かすために使った使用電力量でございますけれども、節水型が 718kw/h、在来型が 2,150 kw/h という事で省エネになっているということがここでも言えるわけです。

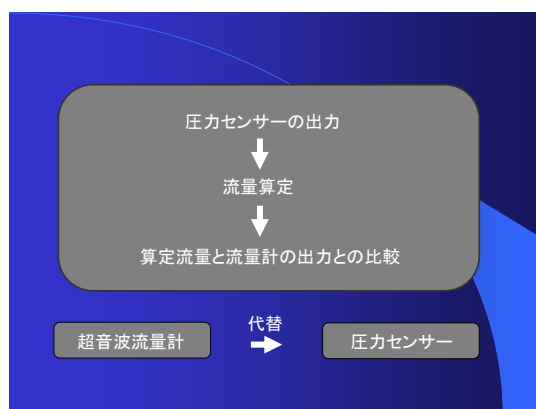
5. 本システムの実用化に向けて



【図 10】

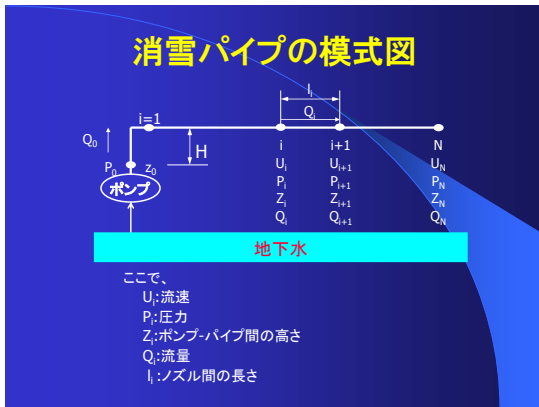
その次の【図 10】は皆様方のレジュメにはないものですが、昨年の委託期間は終わっても実用型のこういう節水型消雪パイプシステムを作ろう、という話になっています。それで実用化に向けてのネックは何かというと、まずシステムを安くすることですね。それから安定して動くこと。それから降雪強度センサーに少し改良しなければならない部分があります。それから流量計の代わりに圧力センサーを用いて流量を取れないだろうかということ。私、元々河川屋でございますので、この分野につつま

しては得意分野ということでやってみました。



【図 11】

圧力センサーをポンプの直下流に置いておきますと、水を散水するために消雪パイプの中が非常に高圧になるわけです。それでその圧力で水を飛ばすということになります。ですから圧力センサーの出力がわかれば流量が測定できて、その圧力センサーで求めた流量と流量計の流量を比較してみれば大体の精度がわかる。それで超音波流量計の代わりに圧力センサーを用いるというストーリーができて、1つのネックであった流量計を使わないシステムということになるんです【図 11】。流量計を使わないと言うのは、あんまりいろんなものを付けるとやっぱり故障が起きやすいですから、あまり使わないほうがいいんです。



[図 12]

こんなふうにやってみました。[図 12] 中央に地下水があります。それでポンプが取り付けられてあって、ポンプの直下流に圧力センサーを取り付けます。消雪パイプというのは路面上に敷設されているわけですが、消雪パイプの本管に 50 センチから 1 メートルの間隔でノズルが空けてあるわけです。

基礎方程式

$$\frac{P_i}{\rho g} - \frac{P_{i+1}}{\rho g} = \frac{1}{2g} (U_{i+1}^2 - U_i^2) + h_h + \Delta_i$$

連続の式 $Q_{i+1} = Q_i - q$

摩擦損失水頭 $h_h = f_i \frac{l_i}{d_i} \frac{U_i^2}{2g}$

エネルギー損失 $\Delta_i = n_i c_{0i} \frac{1}{2g} \left(\frac{q_i}{a_i} \right)^2$

断面平均流速 $U_i = \frac{Q_i}{A}$

[図 13]

全揚水量(全散水量) Q_0 を求める式

$$Q_0 = \left\{ \frac{\left(\frac{P_0}{\rho_0} - H \right) 2g A_0^2}{f \left(\frac{L}{d} \frac{N-1}{6N} + \frac{H}{d} \right) - 1 + \frac{c_0}{n_0 N} \left(\frac{A_0}{a_0} \right)^2} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

ノズルからの流出に伴う損失係数

[図 14]

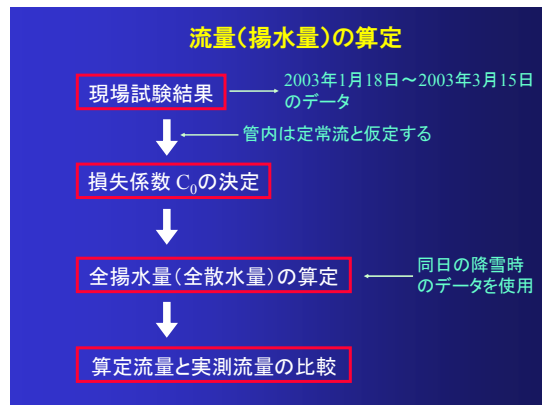
ノズルからの流出に伴う損失係数 C_0

$$c_0 = \left(\frac{a_0}{A_0} \right)^2 n_0 N \left\{ \frac{\left(\frac{P_0}{\rho g} - H \right)}{\frac{U_0^2}{2g}} - f \left(\frac{L}{d} \frac{2N-1}{6N} + \frac{H}{d} \right) + 1 \right\}$$

摩擦損失係数 $f = \frac{1}{\left\{ \frac{1}{2\sqrt{k}} \ln \frac{d}{2ks} + 1.74 \right\}^2}$ (日野, 1993)

ここで、ksは相当粗度係数である。

[図 15]



[図 16]

[図 12、13] ですが、 i は位置ですね、 U_i は流速です。 P_i というのが圧力、 Z_i というのが標高ですね。 Q_i というのが流量なんですけれども、これを水の流れの式で解きますと、図のような式になります [図 14]。何がなん

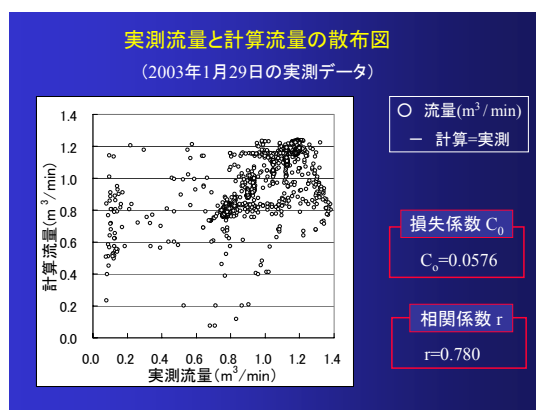
だかわからない式だな、と思われる方がいると思いますが、要はここで圧力センサーの出力がわかると、流量がわかるという式になっています。その中で1つだけ解らない係数 C_0 がありますから、これを求めてやりたいということで、逆に流量と圧力センサーの出力からこの係数を求めてやる [図 15]。それから f というのは管路の中の摩擦係数という事で、通常使うものを使う。そうしてやります。

現場の試験をやりまして、今持っているデータとしては2003年の1月18日から2003年の3月15日までのデータがあるわけです。管内の流れを時間的な流れと仮定して、損失係数を求めてやる。それで逆に求めた損失係数を使って、流量揚水量を求めてやります。そうして実測流量と算定流量の比較をやるというわけです [図 16]。

現場実験を行った消雪パイプの諸元

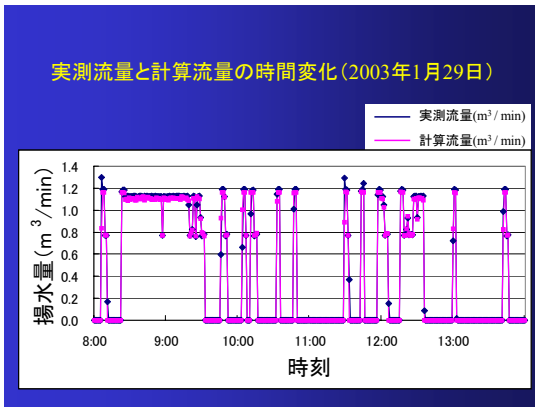
消雪パイプ総延長距離 L (m)	404
消雪パイプ本管の直径 d (m)	0.1053
圧力測定位置と消雪パイプの高さ H (m)	0.5109
消雪パイプ本管の相当粗度 k_s (m)	0.0015
散水ノズルの直径 d_1 (m)	0.0025
散水地点の総数 N (-)	336
一箇所の散水地点でのノズルの数 $n0$ (-)	4
重力加速度 g (m/s ²)	9.8

[図 17]



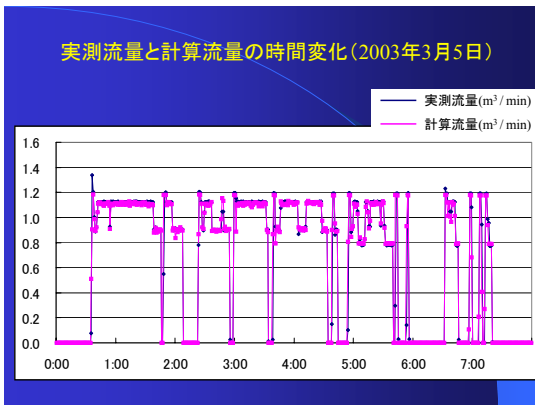
[図 18]

[図 17]の表は、消雪パイプ本管とか、ノズルとか、いろんな物の緒元になっているわけです。それにもっともな値を入れてやりますと、この [図 18] のグラフができます。縦軸が計算の流量、圧力センサーから求めたものです。横軸が流量計の流量を直接求めたものです。これを見ますと、なんだかばらついていないか、というふうに見えますが、実は仕掛けがあって、この黒く点が固まっているところがありますけれども、ほとんどがこの45度線上に集中しているんです。あと水の流れが定常というふうに仮定していますから、水の立ち上がりの時や落ちる時にずれが大きくなるので、45度線上以外のデータがあるわけです。



[図 19]

もう少し今度はこれを見たらどうだということで、[図 19] はですね紺色のほうが実測の流量、毎分何立米流れているか、それからピンクのほうが計算の流量なんです。これを見ると紺色のほうが大きいかな、という感じがしますがけれども、実はこれ位の頻度をもってポンプのオンオフをやったために、節約効果があったとも言えるわけなんです。これぐらいのものを圧力センサーを使って流量を再現できます。



[図 20]

[図 20] は [図 19] とは別の時期で、この 2003 年 3 月 5 日だけのデータだけを見てやりますと、ほとんど重なっていますよね。だから皆さんここに

らっしゃる方はご存知の通り、雪というのは非常に変動の大きいもので、有効数字というものはせいぜい2桁ぐらいしかいらぬ程度ですから、このぐらいの精度で流量が求めれば、なんとかこういったシステムが実用化できるのではないか、という感じを持っています。

6. おわりに

まとめ

- ・地下水節水型の消雪パイプシステムを開発し、長岡市内で現地試験を行った。
- ・総揚水量、ポンプの運転時間がこのシステムにより大幅に減少することが明らかになった。
- ・このシステムの実用化・低廉化を図るため、超音波式流量計の代わりに圧力センサーを用いる方法を開発した。
- ・圧力センサーによる流量推定は有効であることが示された。

[図 21]

以上をまとめますと [図 21] になります。

地下水節水型の消雪パイプシステムを開発し、長岡市内で現場試験を行った。

総揚水量、それからポンプの運転時間がこのシステムにより大幅に減少することが明らかになった。大体 2 分の 1 から 3 分の 1 になる。

それから、このシステムの実用化・低廉化を図るために、超音波流量計の代わりに圧力センサーを用いる方法を考えてみた。

それで圧力センサーによる流量推定は、充分有効であろう。

ということですから、現在やってい

るのは、新しいシステムでより実用機に近いものを作ろうと思ってやっております、これと同じ試験を今現在も進めているところでございます。

以上です。

Q&A

福井県雪対策・建設技術研究所 総括研究員 宮本 重信

Q 福嶋先生の節水のお話、ありがとうございます。これで1つ教えてほしいのは、ポンプに近い所は圧力を下げた時にも届くんでしょうけど、遠くの方まで行くとインバーターで出力を落としてしまうと、ポンプから離れた部分には水が行かないのではないかと、その辺の問題とか実際路面見ていまして、そういうインバーターで流量を落とした時に、そういう問題というのは出てこないのでしょうか？

長岡技術科学大学教授 福嶋 祐介

A 今のお話はまさにおっしゃるとおりで、消雪パイプ本管でのエネルギー損失がありますから、ノズルから出てくる流量は、入り口側で割と大きくて、出口側で少しずつ減って行って、だけどまったく0になってしまうということは無い。ただしですね、もし問題点があるとすれば、降雪量が0に近くて非常に弱い降雪があった時に、弱い水だけ流していればいいのかということ、そうじゃないんですね。やっぱり最低流量というのがどうもありそうで、あんまり最低流量を小さくすることができないという問題がある事が解りました。

国土交通省都市・地域整備局地方整備課 安中 新太郎

Q 福嶋先生にお伺いします。この実験をやられているというのは私も以前から存じ上げていました。2003年の1月からの実験の結果ということなんですが、昨年からの実験、もしくは実用化への予定をよろしければわかる範囲で教えてくださいたいのですが。

長岡技術科学大学教授 福嶋 祐介

A 本年度は2年目に相当しているんですけども実際に測定しているのは12月に入ってから測定を開始しております。ただ残念ながら皆さんご存知のように今年は少雪で余り雪が降らないというネックがございます。けれども12月から今までのデータは取れています。ただし昨年ほどの大雪にはまだなっていないので長岡市内でもまだほとんど積雪がない状況だろうと思います。

それから実用化に向けてということですと、実はこの実証試験というのは長岡市に委託されているわけですけども、私1人でやっているのではなくて、いくつかの民間会社とか、それぞれの専門家ですね、電気屋さんとか、センサー屋さんとか、インバーターの人とか、共同研究という格好でやっております、この実証試験の1年遅れで平行して実用機を今造っている段階である。だ

からもしかしたらこの冬の期間に、実用機のある程度が目途まで付けることができるかもしれない。ただそこまで言うと言い過ぎかな、というところがありますので、その辺を言うのはやめておきます。