

降雪リスクの評価と少雪リスクへの対応の必要性

横浜市役所 ○中前 茂之*¹
 (社)北海道開発技術センター 大川戸貴浩*²
 (社)北海道開発技術センター 原 宏文*²
 (社)雪センター 大島 淳一*³
 北海道大学大学院 高野 伸栄*⁴

By Shigeyuki NAKAMAE, Takahiro OOKAWADO, Humihiro HARA, Junichi OOSHIMA, Shin'ei TAKANO

地球温暖化に伴い降雪を含めた降水量について、年ごとの変動が大きくなっている¹⁾。例えば、平成17年度は「平成18年豪雪」で、翌年度は少雪であった²⁾。豪雪により除雪費が増大するリスクへの対応策は、国や地方公共団体の補正予算や予備費に加え、著しい豪雪により市町村の財政への影響が大きい場合に国が実施する幹線市町村道除雪費補助の臨時特例措置などの仕組みが整えられている³⁾が、降雪が少なく、企業が予定した利益が得られない少雪リスクへの対応は不十分である。これまでは、例えば随意契約によって、除雪工事を同一の企業が継続的に受注することを想定し、多雪年には予定よりも利益が拡大すると考え、その分で少なかった年の穴埋めできるという場合もあったであろう。

しかしながら、入札契約制度の改革や近年の降雪状況の変化などの下、企業が少雪リスクを負えない状況が発生している。例えば福島県では除雪工事の入札企業が現れないという課題が起きた⁴⁾。今後とも降雪量の変動が大きくなる傾向が続けば、担い手である除雪業者が減少し、我が国の約60%の面積を占める積雪寒冷特別地域における冬期の生活の安全・安心・安定を確保する上で重大な課題となる。

除雪コストに関する既存研究から、累加降雪深が増大するにつれ除雪単価は逡減することが明らかになっている^{5) 6)}。そこで本稿では、降雪リスクを評価する際、この除雪単価逡減則^{5) 6)}を考慮して少雪リスクを評価するとともに、除雪工事を請け負っている民間企業が負っている少雪リスクへの対応方策等の必要性を述べる。

【キーワード】除雪、除雪単価曲線、降雪リスク

1. 降雪リスク

(1) 多雪リスクと少雪リスク

降雪には、多雪と少雪のそれぞれにリスクがある。多雪と少雪で除雪に関し、財政上や作業上どのような結果が生じるか検討し、表1にまとめた。

国や地方公共団体が除雪費の予算を決める際、当該年度の降雪量が分からない状況で決定することになるため、一般には平年の降雪量を想定して予算額を決定することとなる。この平年の降雪量を平均(累加)降雪深とする。つまり、当該年度の除雪費予算は、平均降雪深を想定した額となる。国や全

表1 多雪と少雪による財政上と作業上の結果

	財政上の結果		作業上の結果	
	受注業者	発注者 (市民)	受注業者	発注者 (市民)
多雪	利益増大	歳出増大 単価低下	能力超過	作業時間超過 積雪増満杯 交通事故増加
平雪	予定利益	予算通り	NA	NA
少雪	利益減少 (場合によっては赤字)	歳出減少 単価増大	経営困難	応札無し 担い手不足

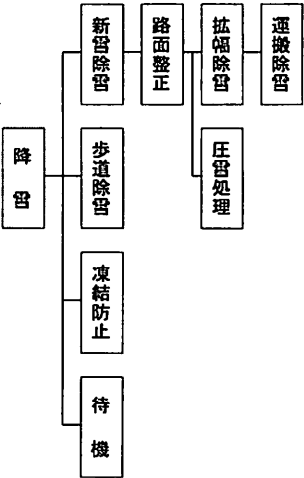
の地方公共団体がこの平均降雪深を明らかに定めているとは限らないが、概念としては存在

在し、一定期間内の累加降雪深から求められる平均降雪深と考えても構わない。あるいは、「当該年度の除雪費をちょうど全額執行する降雪深」と定義することもできる。いずれにせよ、この値よりも当該

年度の累加降雪深が多くなれば除雪費が増大し、この除雪が増大するリスクを「多雪リスク」、除雪費が減少するリスクを「少雪リスク」と考えることとする。一般に、予算を追加する必要があるため、多雪リスクは発注者が、除雪工事の請負額が減少するため、少雪リスクは受注者がそれぞれ負っていると考えられる。

2. 除雪工事の経費の概要

除雪事業は、工事発注後に起こる降雪という天然現象に臨機応変に対応する事業であるという性格上、工事量をあらかじめ定めることが困難な工事である。つまり、多雪年、少雪年というように、年毎に必要な予算額が大きく変化する事業である。ここでは、降雪深や作業時間に依存する費用（変動的経費）と工事量の大小にかかわらず、冬期間にあるまとまった除雪工事を行うために必要となる費用、つまり、降雪深や作業時間に依存しない費用（固定的経費）という観点を考慮しつつ経費の内訳を整理する。



a) 発注者の積算基準

① 固定的経費

国土交通省は標準的 図1 除雪工事の構成(出展:国土交通省)な除雪工事の積算基準を定めており、多くの地方公共団体もこの基準を準用している。この基準では、除雪工事について、新設除雪、拡幅除雪、路面整正などの工種毎に作業時間当たりの歩掛りを定め、これを積み上げることとしている。また、現場管理費や共通仮設費など降雪量に対して固定的な経費※1は各工種の積上げである直接工事費に対する率計上となっていることから、作業時間の関数となっている⁷⁾。このため、降雪量が極端に少なくなると現場管理費などの積算額が減少し、利益が小さくなる。もう少し正確に述べると、現場管理費等は直接工事費に対する率計上となっているが、この率は直接工事費が大きくなるにつれて小さくなるように定められ

ている。つまり、少雪年に工事量が減少し、直接工事費が小さくなれば、現場管理費等の額は減少するが直接工事費に対するその率は大きくなり、現場管理費等の減少割合を緩和している。このことから、民間企業が負う少雪リスクを減少する傾向にあるといえる。仮にこの基準による少雪リスクの減少効果が十分であれば、この基準どおりに積算し、例年に比べ少雪となった年においても多雪年同様の企業利益が期待できることとなる。従って、企業が健全に経営を行っていれば、少雪年に企業の利益が減少あるいは赤字にならないことになる。

② 変動的経費

次に、除雪工事の各工種の歩掛りは作業時間の大小によって変化しないことから、積算基準における除雪単価は作業量に対して一定と定められている（ただし、作業の時間帯が昼間か夜間かによる労務単価の割増しは基準に織り込まれているが、時間の大小による変化ではない。）。例えば、世話人や作業員の人件費、機械の整備費や損料などは全額変動的経費として計上することとなる。

なお、人力による除雪工事はこの積算基準の適用の範囲外とされている他、この基準は標準の値を示したものでありこれによりがたい場合は別途算定できるものとされている。

b) 民間企業の経費の内訳

一方、除雪工事を受注する民間企業の側から見ると、常勤の職員の基本給や保険料、所有している除雪機械の償却費や整備費、除雪基地の営繕費などは固定的経費として、職員の超過勤務手当や非常勤職

会社	支出	
	固定費	変動費
A社	機械損料(償却費や整備費など)、 労務費(常勤作業員)、安全費、営繕費、保険料、内勤従業員給料、 除雪センター経費、通信費など	除雪等作業費、燃料費、 労務費(臨時雇用者)など
B社	機械損料(償却費や整備費など)、 労務費(常勤作業員)、安全費、営繕費、保険料、内勤従業員給料、 除雪センター経費、通信費など	除雪等作業費、燃料費、 労務費(臨時雇用者)など
C社	機械損料(償却費や整備費など)、 保険料、技術管理費、内勤従業員給料、通信費など	除雪等作業費、燃料費、 労務費(臨時雇用者)など

員の給与、除雪機械の燃料費などは変動的経費として見なされている⁸⁾。

c) 官民での経費の違い

以上のように、固定的経費と変動的経費について、官積算と民間の実態が異なっている※2。

先にも述べたとおり、除雪工事はお天道様のさじ

※1 厳密に言えば、工事費や工期が大きくなれば、例えば現場詰め所の営繕費や安全費等が増加するが、①他の経費に比べて降雪深の変化に対する変動が小さいこと、②除雪工事の受注者はあらかじめ工事量を想定しこれに応じた現場管理体制や仮設を準備すること、から特に想定する降雪量より少雪の場合にはこうした経費は固定的であることから固定的な経費と扱うこととした。
※2 建前を言えば、官積算の歩掛りは民間の実態調査をもとにしていることから、官積算と民間の実態が大きく異なることはないが、調査対象となった民間企業が除雪工事について想定していない少雪時を考慮して回答していないことや、調査そのものが少雪を反映していないことなどが考えられる。

加減に必要な予算額が大きく変化する事業で、あらかじめ事業量を確定できないものの、受注者は、例えば平年程度の事業量を想定するなどして、ある程度の体制を確立する必要がある。このため、降雪量が変動しても、除雪機械などの機械の整備費や通常の降雪を見込んで雇用している人たちへ支払われる労務費はあまり変化が無く⁸⁾、民間企業にとって実質固定的経費となっている。

3. 除雪単価逓減則と降雪リスクの評価

我々の既存研究で、年間の累加降雪深が増加するにつれて除雪単価（除雪延長 1 kmあたり、累加降雪深 1 cmあたり）は逓減することが確認された^{5) 6)}。

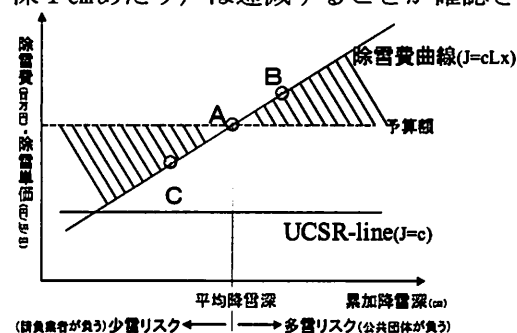


図2 除雪単価一定の場合の降雪リスク

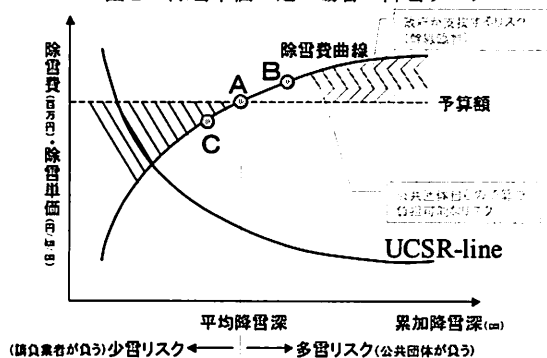


図3 除雪単価逓減を考慮した場合の降雪リスク

一定と考えられていた。ここでは、除雪単価を一定と考えた場合と除雪単価逓減を考慮した場合の降雪リスクの評価がどのように異なるか検討する。

まず、除雪単価を一定と考えた場合、除雪単価Uは累加降雪深に関わらず一定なので、

$$\text{除雪単価曲線 (UCSR-line)} \quad U=c \quad (c=\text{const}) \quad \cdots \textcircled{1}$$

と、表せる。

この場合、除雪費Jは、除雪単価と累加降雪深x、除雪延長Lにより、

$$\text{除雪費曲線} \quad J=c \times x \times L = cLx \quad \cdots \textcircled{2}$$

と表せる。

任意の累加降雪深における累加降雪深1単位あた

りの除雪費の変化量は、

$$\text{除雪費曲線の勾配} \quad \Delta J / \Delta x = cL \quad \cdots \textcircled{3}$$

で、累加降雪深xの値に関わらず一定である。

このため、図2に示すとおり、 $J'(B) = J'(A) = J'(C)$ となることから、仮に多雪と少雪の発生確率を同じとした場合、多雪リスクと少雪リスクは等価と評価できる。従って、請け負い業者にとって、多雪時に増額になる期待値と少雪時に減額になる期待値が等価となる。この場合、少雪年に儲けが減少してもが多い年には儲けが増大するため、その分で少雪年の穴埋めができるから少雪年の特別な手当は不要という現在一般に発注者がとっている考え方に一致すると考えられる。

次に、除雪単価逓減則を考慮した場合の降雪リスクについて検討する。この場合、除雪単価曲線は、

$$\text{除雪単価曲線 (UCSR-line)} \quad U=ax^b+c \quad (b<0) \quad \cdots \textcircled{4}$$

と表せる^{6) 7)}。この場合、除雪費Jは、

$$\begin{aligned} \text{除雪費曲線} \quad J &= (ax^b) \times x \times L \\ &= aLx^{b+1} \quad (0 < b+1 < 1) \quad \cdots \textcircled{5} \end{aligned}$$

除雪費曲線の勾配は

$$\Delta J / \Delta x = aL(b+1)x^b \quad \cdots \textcircled{6} \text{となる。}$$

図3に示すとおり、 $J'(B) < J'(A) < J'(C)$ となることから、多雪と少雪の発生確率を同じとした場合、多雪リスクより少雪リスクの変動が大きいと考えられる。つまり、請け負い業者にとって、多雪時に増額になる期待値よりも少雪時に減額になる期待値の方が大きく、雪が多ければ儲かるから少雪の手当が不要とは言えないのではないかと考えられる。福島県や新潟県で生じた課題は、これまで除雪工事を請け負っていた民間企業が負っていた少雪リスクが大きくなり、民間企業が負いきれなくなっている状況であると説明できる。

4. 企業の請負単価と費用単価の比較

除雪工事を請け負っている民間企業にご協力を頂

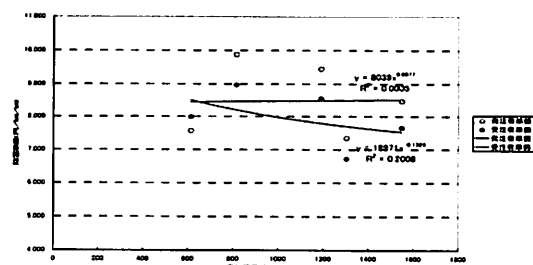


図4 除雪費の発注者単価と受注者単価の比較

き、ケーススタディを行った。民間企業が受

取った請け負い代金と除雪工事にかかった費用の3～4年分について調査し、単位延長、単位降雪深あたりの除雪単価を比較した。

ここで、請け負い代金を基にした除雪単価を発注者単価、民間企業が支払った費用を基にした除雪単価を受注者単価と呼ぶこととする。A社を例にあげると、図4に示すとおり、発注者単価はほぼ一定で、受注者単価は通減している。また、累加降雪深が減少するにつれ、発注者単価と受注者単価の差が減少し、もっとも少雪の年ではこれらの関係が逆転しており、除雪工事を請け負った民間企業が赤字になっていることを示している。

5. 結論

- ①除雪単価通減則を考慮して降雪リスクを評価すると多雪リスクと少雪リスクは等価ではなく、発生確率が一定と仮定すると少雪リスクの方が大きい
- ②現在の制度及び運用では、行政が負っている多雪リスクへの対応方策は用意されているが、民間企業が負っている少雪リスクへの有効な対応方策は未整備
- ③降雪の変動幅が大きく、少雪とゲリラ豪雪が発生する傾向が継続すれば除雪の担い手がいなくなると考えられることから、少雪リスクへの対応方策を整備する必要がある

具体的な対応方策については十分な検討を要するが、例えば、国の積算基準書では、「この積算資料は、標準の値を示したものであり、これによりがたい場合は別途算定することができる。」とされていることから、工事の契約に少雪時には、現場管理費などの固定的な経費を別途積算するなどの特約を設けることや、そもそも当初の積算段階から固定的経費を別途積算する運用方法が考えられる。この場合でもどの程度の降雪を想定し、累加降雪深が何センチを下回った場合に特約を適用するかなど検討すべき課題がある。また、少雪リスクをヘッジために工事を請け負う民間企業が除雪デリバティブを購入することなどが考えられる。いずれにせよ、具体的な対応方策については別途検討を要するが、民間企業が負っている少雪リスクへの対応方策が必要であると考えらる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：国土交通白書平成20年度版，2008
- 2) 中前：どうする?!除雪事業のコスト縮減対策，雪センター機関紙「ゆき」67号，2007
- 3) 中前、新村：除雪事業におけるリスクヘッジとデリバティブの活用に関する検討，雪センター機関紙「ゆき」46号，2002
- 4) 福島民報：平成19年3月14日(水) 朝刊，2007
- 5) 中前等：除雪単価曲線による除雪費推計モデルの適用可能性の検討，第24回寒地シンポジウム，2008
- 6) Nakamae, S., et al. (2009): Development and application of a snow removal cost estimation model, In Transportation Research Record: Proceedings of the Transportation Research Board 88th Annual Meeting, No.09-2299.
- 7) 国土交通省：土木工事標準積算基準書（道路編）平成21年度，2009
- 8) Nakamae, S., et al. (2009):Refinement of Snow Removal Unit Cost Curve Based on Snow Removal Costs, In PIARC: Proceedings of the 11th International Winter Road Congress (under review)

Snow Removal Cost Analysis to Minimize Contractors' Cost Risk in a Year with Less Snowfall Than Expected

By Shigeyuki NAKAMAE, Takahiro OOKAWADO,
Humihiro HARA, Junichi OOSHIMA, Shin'ei TAKANO

In snowy areas in Japan, annual cumulative snowfall has significantly varied in recent years. Global warming may cause such cumulative snowfall fluctuations. Because it is not possible to predict the snowfall amount in coming winter, the both of road administrators and snow removal contractors have cost risks. When the cumulative snowfall is more than expected, road administrators have a risk to be required to submit extra snow removal budgets, on the other hand, when the cumulative snowfall is less than expected, snow removal contractors take the risk that they cannot compensate the fixed costs by the revenue from snow removal work. For the cost risk of road administrators, there is an extra budget submission system, however there exists no system to minimize the cost risk of contractors. This study identifies the cost risk of contractors in a year with less snowfall than expected by using a model that uses a linear regression line of unit cost of snow removal (UCSR), which has been introduced in the previous studies; and proposes measures to minimize the cost risk of contractors.

*1 道路局 045-671-3844

*3 調査部 03-6740-2941

*2 地域政策研究室 011-271-3022

*4 工学研究科北方圏環境政策工学専攻 011-706-6115