

## 冬期道路管理に関する北欧調査

浅野 基樹\* 舟橋 誠\*\*

### 1. はじめに

我が国は厳しい予算制約下にあり、道路事業においてもコスト削減とより効率的な事業執行が求められている。そして、冬期道路維持管理においても同様にコスト削減と効率的な事業執行が求められている。

一方、北欧では、民間委託による冬期道路維持管理事業のコスト削減と効率化に取り組んでいる。

そこで、民間委託の際に採用されている性能規定、管理水準、管理体制、契約方法等についてスウェーデン及びフィンランドで現地情報収集調査を行ったので、ここに報告する。

### 2. 調査団の構成及び調査日程

#### 2.1 調査団の構成

本調査団の構成は以下の通りである。

森 望	国土交通省国土技術政策総合研究所 道路部道路空間高度化研究室長
白浜 浩	国土交通省東北地方整備局道路部 道路情報管理官
鈴木勝美	国土交通省北海道開発局建設部 道路維持課補佐
浅野基樹	北海道開発土木研究所道路部 交通研究室室長
舟橋 誠	北海道開発土木研究所道路部 交通研究室研究員

#### 2.2 調査行程

行程の概略は以下の通り。

3/20(日)	日本	スウェーデン(ストックホルム)
3/21(月)	スウェーデン	調査(スウェーデン道路庁)
3/22(火)	スウェーデン	フィンランド(ヘルシンキ)
3/23(水) ~ 3/24(木)		フィンランド調査(フィンランド道路庁)
3/25(金) ~ 3/26(土)	フィンランド	日本

### 3. 調査結果

#### 3.1 スウェーデン調査(写真-1)

##### 3.1.1 民間委託

##### (1) 国土の概要

スウェーデンは、南北に1,572km、面積45万km<sup>2</sup>(湖を除いて41万1千km<sup>2</sup>)に渡る国土を持ち、人口900万人(2004秋)、人口密度19.8人/km<sup>2</sup>(日本は340人/km<sup>2</sup>)であり、国土の3分の1は未住地域となっている。

##### (2) 道路の概要

スウェーデン道路庁が管轄している公道(国道)は98,222kmで、そのうち日交通量2,000台以上で公道の約4分の1を占める22,039kmで薬剤散布を行っている。以前は、教会・学校および駅等の周辺で薬剤の散布を行っていたが、現在は幹線道路のすべりやすい箇所など国民のニーズに基づいた区間での散布を行っている。道路庁では、全国を7つの地域(図-1)に分けて管理を行っており、ストックホルム市内では、国道ではない市内幹線(エッシング)道路の管理も行っている。その他は市が管理している。スウェーデン北部の交通量の少ない国道は、一般的に舗装割れ、泥濘化および轍掘れが激しい。なお、100台/日以下で6トン車以上を制限している路線もある。



写真-1 調査風景(スウェーデン)

### (3) 道路庁の改革

スウェーデン道路庁は、1992年に生産部門と発注部門に2分割された。職員9,000人のうち、6,000人を生産部門（公社化）へ移管した。公社の職員数は、1992年から2005年までに、6,000人から3,000人へと削減された。従来は職長1名・副職長2名・部下15～20名という体制であったが、現在は職長1名・副職長2名・部下約5名と残りは民間雇用という体制になっている。なお、発注部門も生産部門（公社）もトップは道路庁の長（General Director）となっている。また、生産部門（公社）への政府からの助成金はない。



図-1 スウェーデン概略図

生産部門（公社）の名称は、SNRA's C&M<sup>\*1</sup>で、株式は国が保有している。資本金が小さいため、2006年の総選挙で与党の勝利次第では、大手企業に売却される可能性もある。

\*1 Swedish National Road Administration Construction & Maintenance

### (4) 道路維持管理の民間委託

舗装は従前から請負化していたが、1991年9月、国会で道路維持管理（草刈りなども含む）は全て民間委託することが決定し、性能規定で発注を行っている。発注者側は作業方法ではなく、性能規定として管理目標を示し、作業方法は請負者側の自由としている。

1999年、全ての業務を、1管理区域（1契約）あたり管理延長600km～1,000kmの単位で管理区域を分割し、民間委託している。入札方法は、道路庁の生産部門（公社）も含め競争入札となった。現在の代表的な参加企業者は、SNRA's C&M、SKANSKA、NCC、PEAB 他である。

### (5) 契約方法（パッケージ契約）

実際には、独占を防止することが大事であり、完全競争入札は難しい状態にある。そのため、2003年までは、道路維持管理1契約全体を1業者で請負していたが、2004年以降、道路維持管理業務をパッケージ契約という形式で契約している。

パッケージ契約では、1業務を大きく4つの作業に分割（冬期道路管理、草刈り、照明・標識清掃外、その他）してそれぞれ見積・入札させ、費用の最も大きな部分（通常、冬期道路管理作業で全体の60～80%）を落札した者が1業務全体を落札する。2番手以降の者はその下請けに入るよう規定（発注時の条件とされ、元請け契約に明記）されている。なお、この契約方法は現在も模索中ということである。また、発注時には、発注者側は予定価格を作成しない。

契約期間は、基本的に3年契約である。この根拠は、請負者の経済状況などから見て競争させやすい適当な年数であるという判断からである。特に業務内容に問題がなければ、2年間の延長が可能で、最長5年となる。企業資格はISO9000を取得し、かつ現地に事務所があることである。

管理区域（発注単位）は、当初256箇所だったものが一度136箇所になり、現在146箇所である。このうち、61%がSNRA's C&M、16%がNCC、10%がPEAB、8%がSKANSKA、5%がその他で占められている。

### (6) 性能規定

発注者側は、管理目標のみを提示する。請負者側の維持管理作業手法は、機械の調達も含めて全て請負者側で決定する。除雪機械は業者持ち（リース、レンタルもあり）である。また、標識の設置などでは、発注者側は設置箇所のみを指示し、設置方法は請負者側で



写真-2 摩擦係数測定器（写真はフィンランドにて）

決定する。標識等の清掃も手法や回数は請負者が決定する。

契約事項の履行確認は、抜き打ち検査によって実施している。契約事項が守られていなければ、罰金を課している。

路面管理目標に摩擦係数を用いているが、測定器にはコラルバ製の加速度計（写真－2）を用いている。測定訓練は特に行っていないが、全国に3～4台所有しているトレーラー式の摩擦係数測定車で毎年キャリブレーション（較正作業）を行っている。

#### (7) 見積および請負者への支払方法について

見積は2段方式（待機コストを含む基本部分と作業部分に分けられる）である。基本部分が通例30～60%を占め、作業部分が通例70%～40%を占める。作業部分の見積は、各月の気象条件から冬期道路分類毎の発生頻度を推定し作業単価をかける方法である。この発生頻度の推定の計算ソフトがインターネット上で公開されており、ユーザー登録すると誰でも使うことができる。支払いは、月単位で精算し年末で調整を行う。また、異常気象時は、稼働時間数で別に支払う。

気象条件は、全国710箇所のRWIS<sup>2</sup>とMESAN<sup>3</sup>データ（22km×22kmメッシュの気象データ（約1,000区分））から取得している。それらデータから各冬期道路分類別発生頻度を算出し、それから作業回数を推定して見積を作成する（146地域毎）。RWISは、すべりやすい路面が発生しやすい地点に設置されている。2004年度の積算の根拠となる気象条件は過去3年のデータとなっており、気象データは毎年蓄積される。

実際、作業単価の見積額には業者間で大きな差が現れる。予定価格の算定や最低入札価格の設定はないが、ダンピング行為は契約不履行時の罰金で対応する。罰

金の計算方法は、発注者が決定し契約書に記載されている。契約不履行の判定は抜き打ち検査（頻度は月2回程度）により判断を行い、9割程度履行されていれば許容範囲と判断しており、実際には罰金適用はほとんど無い状態である。

また、現在、検査員（コントローラー）を育成中であり、7地区計20人程度を予定している。

\*2 Road Weather Information System

\*3 Mesoscale Analysis System

#### (8) ソルト・インデックス

2000年から、ソルト・インデックス（Salt Index）というものを出している。ソルト・インデックスとは、薬剤（塩）の単位延長あたりの散布実績と路面状況から推計値との比較指数である。この値が1を超える場合は過剰散布であり、その場合理由を追跡する。

薬剤として塩を、1960年代より散布しており、現在年間約45万トンを散布している。環境への影響はある。

#### (9) コスト削減効果

民間委託により、コストは1992年と比較して1993年は20%（4億クローネ 65億円）の削減に成功した。

なお、毎年、1992年と比較して20%のコスト削減を達成している。

#### (10) 官民連携

道路管理は基本的に官側が行い、住民側は意見を述べるだけである。市については、基本的には請負であるが、289の市があり市の条例で対応はまちまちである。

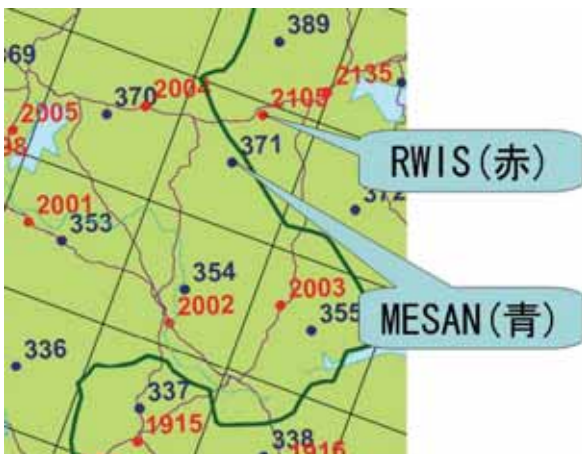
### 3.1.2 その他

#### (1) 新しい薬剤

新しい薬剤として、塩の散布量を減らすため、塩化ナトリウムに特殊な糖蜜（グリコース）を混ぜた（液体状態を延命するため）薬剤を開発・試験中である。

#### (2) 冬期タイヤ使用に関する法律

1999年秋に成立。12月1日から3月31日までの冬期間、3.5ト未満の車に冬タイヤ装着を義務付けている。スウェーデンの北部地方では、従来よりほとんど全ての車が冬タイヤを装着していたが、南部地方では夏タイヤが混入していたため義務化した（図－3）。事故減少の効果も南部および中部スウェーデンで上がってい



図－2 気象データ取得地点例



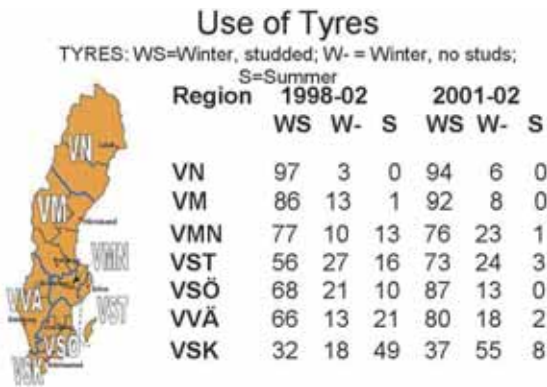


図-3 冬タイヤの地域別装着率の推移

る。南部の冬期での夏タイヤ使用が49%だったものが、8%へ減少し、雪氷路面上での人身事故は14%減少し、冬期間全体の事故では8%減少した。

スパイクタイヤ(写真-3)は軽量ピンを採用しており、軽量ピンスパイクタイヤは1993/1994年で17%であったものが、1999/2000年で100%となった。軽量ピンとは、重量が1.1g以下で、芯がスチール、その周



写真-3 冬タイヤ(スパイクタイヤ)



写真-4 舗装骨材(花崗岩)

りがアルミまたはプラスチックのもので、打ち込み深さも浅くしたものである。効果としては、もともと舗装の骨材が花崗岩などの硬質のものを使用しており(写真-4)、路面の摩耗量は比較的少ない。また、スパイクタイヤ粉じんに関する苦情はないが、浮遊粒子状物質(SPM)が大気環境基準を上回りはじめており、重金属、排ガスなども含め環境問題について、これから取り組む予定である。

### (3) 2 + 1 レーン

一般的な2車線道路は総幅員13m、片側5.5mで規制速度は、90 ~ 110km/hである。ヨーロッパ道に指定されている路線もあり、正面衝突事故が多発していた。1998年から2 + 1 レーンを追い越し事故(正面衝突事故)対策として導入し、2007年までに1,800kmを整備する計画である(2004年現在800km実施)。

また、事故削減効果として、中央分離帯に防護柵を設置した結果、死亡事故が減少した。スウェーデンでは、年間交通事故死者数が約400名であるが、2 + 1 レーンを設置しなかったとした場合の死者数の推定値60名(正面衝突)が実際9名と減少した(正面衝突は0件)。

幅員構成は、13m(0.75 - 3.75 - 1.25 - 3.25 - 3.25 - 0.75) + 中央分離帯(ケーブルワイヤー)である(図-4)。中央分離形式は、ステンレス柱にワイヤーを3本通したものであり、ステンレス柱の長さ1m(差込式)、差込用の基礎はコンクリート製である。この方法は、安価でメンテナンスが容易であるという。

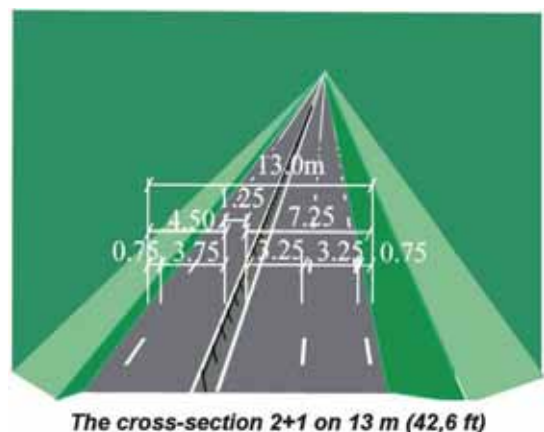


図-4 2 + 1 レーン幅員構成

### (4) WINTER MODEL (図-5)

このモデルは、冬期道路の水準を交通特性、交通安

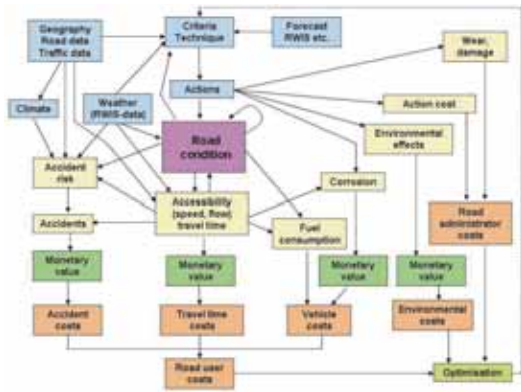


図-5 WINTER MODEL

全、環境への影響などの多くの水準を貨幣換算して総合評価するモデルである。将来は、夏期も含めた総合的なロードマネジメントシステムへの発展を構想中である。

### 3.2 フィンランド調査 (写真-5)

#### 3.2.1 民間委託

##### (1) 国土の概要

フィンランドは、面積33.8万km<sup>2</sup>、人口522万人(2003末)である。人口密度は15.3人/km<sup>2</sup>で人口の大半は南部に集中している。

##### (2) 道路の概要

全道路約454,000km(うち、78,000kmが公道(=国道(道路庁が管轄))、26,000kmが市町村道、350,000kmが私道)公道(国道)の内64%が舗装道路で50,500km(日平均交通量1,200台)13,000kmが主要道路、650km(日平均交通量21,000台・無料)が高速道路、準高速が140km(日平均交通量11,000台)その他分離帯付き道



写真-5 調査風景 (フィンランド)

路が260km(日平均交通量24,000台)自転車道・歩道が4,683kmである。

市町村道と私道に対し交付金がある。

##### (3) 道路庁の改革

フィンランド道路庁は200年の歴史を持っている。

1950~1960年代は、すべての業務を直営で実施、1970年~1980年代には、計画部門を内部に残しつつ、実作業を外部に発注する形態を取った。1970年の職員数は25,000人程度であった。

1990年に道路庁を2つ(発注部門(FINNRA<sup>4</sup>)と生産部門(FRE<sup>5</sup>))に分割した。

2001年から生産部門は株式会社ではない国有公社(FRE)化し、同時に実作業を民間と競争する外部発注化へ移行した。2005年までに道路計画や建設も含めて完全外部発注化となる予定である。また、2007年を目処に株式会社化する案が出ている。なお、鉄道・郵政などは1980年代に公社化済みである。

発注部門(FINNRA)は現在1,050人で、平均年齢55歳、女性が43%、男性が57%、学卒23%となっている。2007年までに、新規採用せず自然退職でさらに850名まで削減する予定である。一方、生産部門(FRE)は現在2,300人となっている。結局、1970年代に全体で25,000人いた職員が、2001年公社化時約6,000人となり、現在はその約半数となっている。

道路庁の地方部局は9つの区域(1区域40人から100人)から成っている(図-6)。本部はヘッドオフィスの45名とエキスパート部門の200名に分かれている。

上部委員会は、2001年から国・地方自治体・民間で構成され、戦略的な決定を行う。職員の業務は、大きく計画、調達、顧客サービスの3つに分けられている。また、の調達業務に約350人が携っており、調達が完全に自由競争になれば、これら職員がさらに削減される。

予算配分は、冬

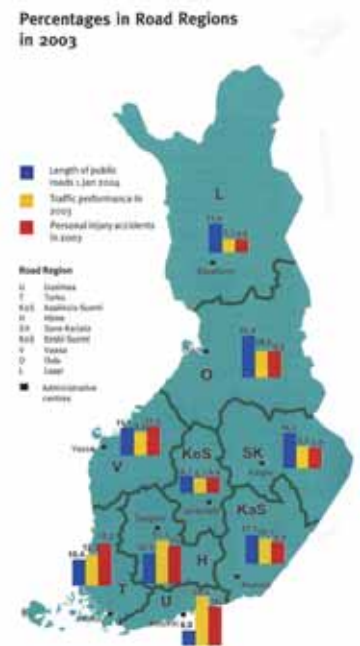


図-6 フィンランド概略図



期道路管理を含む日常の保守・管理、構造物、舗装、橋梁などの道路網の良好な維持、交通安全対策が主となっており、道路の改良や拡幅への予算は限られている。成長部門は、交通センター等の道路利用度を高める交通管理部門である。

また、道路のライフサイクル全体を外部委託でカバーする動きもあり、ラハティ自動車道では、国が30年間毎年一定額を民間に出し、PPP<sup>6</sup>で民間が設計、建設、保守全てを実施している。

\*4 Finnish Road Administration

\*5 Finnish Road Enterprise

\*6 Public Private Partnership

#### (4) 道路維持管理の民間委託

道路保守は、全国を約90の保守区に分割して実施している。管理延長は、1区当たり550～2,000kmである。当初は3箇年契約で始まった(2001年)が、請負者が経験を積んだことを踏まえ、発注者側のコスト削減と請負者側の技術革新を促進するため、契約区域の拡大と契約期間の延長(5～7年)を行ってきている。

現在、保守区の数98である。2007年までに統合して86区にする予定。98区の契約のうち75%が公社(FRE)が受注しており、残りの25%が大手ゼネコンとなっている(図-7)。

契約期間を長くし、延長も大きくしたことで、気象変動リスクが小さくなり、コストを下げる事が出来た(なお、気象リスクは請負者側が負う)。なお、カナダのプリティッシュコロンビアも1988年～1990年代後半から請負化を行っている。

#### (5) 契約内容

維持管理コストの割合(図-7)は、冬期道路管

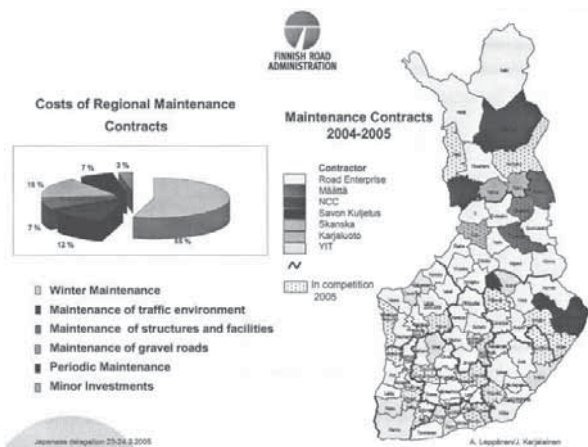


図-7 契約区域と業者割合

理55%、緑地維持補修12%、付属施設・標識類補修7%、砂利道補修16%、排水・ガードレール補修7%、その他3%となっている。

現在、保守区のエリアメンテナンス契約は、区画線、照明、排水ポンプ、交通信号およびその他ルーティング作業を除いた日々の維持作業である。エリアメンテナンスに含まれない維持作業は、別途発注を行う。舗装の更新も別途発注である。なお、マーキング(路面表示)を、契約期間の延長時と区域の拡大時とともに試行的に含めている工区もある。

#### (6) 入札方法(ツー・エンベロプ(二封)方式)

エリアメンテナンス契約の入札は二封方式である。第一封が技術提案、第二封が価格入札である。第一封で、応札希望者の技術提案を見て、その内容を項目別重み付けにより点数化を行う。400点未満の者は失格、400点以上700点未満の者は審査(ヒアリング有り)を行い、品質約束が十分であった場合に第二封を開く。700点以上の者は審査無しで第二封を開く。各社の応札金額は、上記得点に応じた調整係数により調整後比較される(図-8)。ただし、700点以上の者は調整係数は一定である。技術提案と価格の評価の重み付けは、技術力25%、価格75%である。応札者はだいたい5～7社となっている。ダンピングは禁止されており、落札額が2位の者と35%以上の差があった場合には、履行可能性を聞き取り調査し、誓約書を書かせる。応札に負けた会社は民々で提訴可能である。

2005年の契約スケジュール(図-9)の例では、2004年11月8日に公告、12月15日業者選択、2005年1月公示、2月情報提供、3～4月入札、6～8月契約交渉、8～9月契約、10月1日履行となっている。

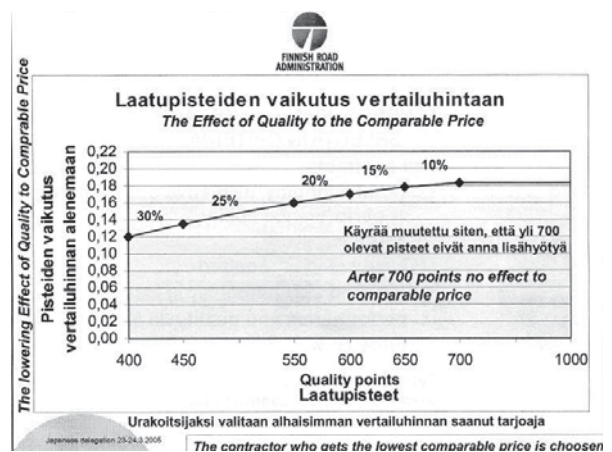


図-8 価格に対する品質の影響

  
**The Timetable for Tendering Process 2005**  
 November 2004 - October 2005  
 20 Area Maintenance Contracts

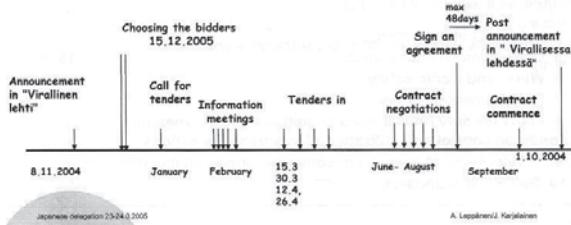


図-9 2005年の契約スケジュール

(7) 支払方法（ハイブリッドシステム）

一括支払いと単価契約支払いを合わせた方式（ハイブリッドシステム）を採用している。請負金額の75%～80%が一括支払い部分で、冬期道路管理、砂利道保守、パッチング、道路植栽管理、排水保守が含まれる。20～25%が単価契約方式で、道路標識更新、大規模舗装修繕、排水修繕、砂利道修繕、砂利道凍結融解修繕が含まれる。いくつかの契約では、全てを一括支払いする契約も試行している。支払いは1箇月毎の精算払いとなっている。なお、一括支払いの工種は、支払額の設計変更による変更は行われず、総額を月割にして月払いを受ける。ただし、冬期道路管理は契約当初の10月～12月に全冬期間の額の40%を受けることができる。

(8) フィンランド道路公社（FRE）

フィンランド道路公社は8つの事業部があり、そのうちの3つの事業部が道路の保守業務を担当している（図-10）。各事業部は、フィンランドを3つの地域に分割（南部、東部、北部）して担当している。なお、2005年からは、公社業務の制約がなくなり、道路以外の新しい分野へも進出可能となった。

南部事業部のヴァンター地域のエリアメンテナンスについて説明を受けた。ヴァンター地域の管理延長は549km（歩道は144kmで外数）である。従業員は監督員4人、運転手10人で作業は交代で作業を行っている。自社保有の除雪車両は5台（ワンマン運転）で除雪と散布を1台で同時作業できる。下請けの除雪車両は21台（作業員は別）、歩道用トラクター9台を使用している。ヴァンター地域には、3箇所に機械置場があるが人員が常駐しているのは1箇所である。作業形態及び作業速度は、高速道では2台ペア作業、45～50km/h（目標60km/h）、一般道では幅員が狭い場合20km/hで

ある。

ヴァンター地区のように除雪車両の保有は、コスト削減のために自社ではあまり保有せず、下請け企業が保有する傾向にある。下請け企業に対しては天候予測と作業の誘導を行う。

また、塩及び砂の年間使用量に上限を設けており、ヴァンター地域ではそれぞれ5,550ト/年、4,620ト/年である。これは、過去の実績値で道路庁が決定したものである。塩の1回の散布量は5～30g/m<sup>2</sup>である。散布量は路面の水分量と気温で決定する。

また、自社の除雪車両には、Vehicle Keiju と呼ばれる作業記録装置（GPS機能付）を設置している。Keijuは、サーバー管理されており逐次除雪車両の位置を把握し現場事務所等の端末（Tarkka-system）に情報を与えている。下請の除雪車両には、一部に簡単な方式（Tasku Keiju）を導入している。このTasku Keijuの導入費用は元請けで負担している。

路面管理（薬剤散布）の意志決定は、気象変動による路面変化が激しい場合、摩擦係数を用いるのではなく気象予測により行っている。出勤は、路面情報センターからの気象予測を利用して、凍結1時間前に行う（事前散布）。この気象予測は、気象庁データと道路庁データを使って請負者が行っている（FREの路面情



図-10 フィンランド道路公社の組織図



写真-6 除雪車両（Heavy Lorry）



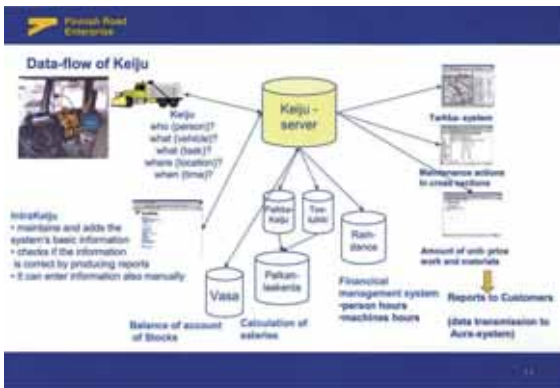


図-11 Keiju データフロー図

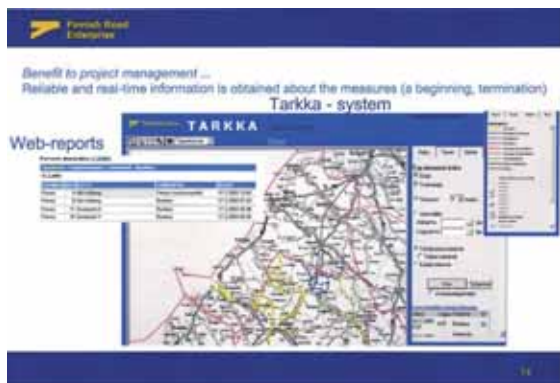


図-12 Trakka-system

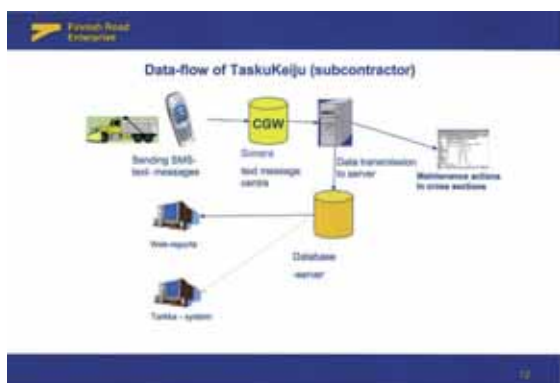


図-13 Tasku Keiju データフロー図

報センターは3カ所、他の大手民間会社共同のセンターが1カ所で、計4カ所。薬剤に塩化ナトリウムを使用しているが、使用限度は - 6 としている。また、事前散布後に効果がない場合（低温時）は、砂を混ぜて散布（2回目）を行っている。

また、摩擦係数による意志決定は、例えば、低温時に凍結と交通状況によって摩擦レベルが徐々に下がっていくような安定した気象状態時に行っている。摩擦係数測定器（コラルバ社製、写真-2）は、現場監督の車両に装着している。なお、現在、新しい現場監督用摩擦係数測定器を開発中（ELTRIP）である。また、FRE では研究及び較正用に2台のトレーラー式の摩

擦係数測定器を所有している。

### 3.2.2 その他

#### (1) 新しい薬剤

新しい薬剤のメルテューム（MELTIUM™）はヴァンター地域の6 kmに使用している。成分は蟻酸カリウムで地下水に影響がなく、低温でも効果が持続するが、価格が塩の10倍と高価である。

#### (2) 交通管理センター（TMC<sup>7</sup>）

交通管理センター（TMC）は全国に4箇所（ヘルシンキ、トゥルク、タンペレ、オウル）の事務所を持っている（図-14）。

業務は、以下の通りである。

1. 交通情報、路面情報を扱う。
2. 可変速度の変更、路上障害の除去（警察と協力）。
3. 冬期間は、管理者との連携を行う。

道路情報・気象情報及び利用者からの通報を集約し道路利用者等に情報をラジオやインターネットで提供している。なお、気象予測の実施は気象庁とフォルカ（民間）のどちらかに業務委託している。どちらになるかは入札結果による。

交通管理センター（TMC）は、情報提供は行うが実際の出勤指示は出さない。また、塩散布や道路凹凸の修理に関する苦情が多く、その場合、業者と道路検査員（インスペクター）に通報する。伝達方法はE-mailと携帯電話で行う。そして、業者とインスペクターは互いに連絡を取ることなく、それぞれが独立して作業を行う。なお、インスペクターは92工区の監督（道路庁の職員）であり、事故等特別な場合を除いて具体指示はせず、品質基準を満たすかを監視するのが職務である。



図-14 交通管理センター（TMC）





図-15 可変速度表示システム

可変速度表示については、路面状況（気温・路温・視程・積雪・塩分等）に応じて規制速度を変更（可変表示）している。全国400基（延長にして350km）のうち機械判断による自動化は半分であり、手動式が半分（今後自動化へ）となっている（図-15）。

速度規制は一般的に、夏120km/h 冬100km/h、夏100km/h 冬80km/hに変更し、工事などの箇所では60km/hとしている。事故が起こった場合、責任はドライバー側になる。ドライバーの90%が、速度切替え方式を支持し信頼して制限速度に従うため安全性が増している。

\*7 Traffic Management Centre

(3) 交通安全対策と TARVA（事故対策評価システム）など交通安全対策として、1970年代には、初心者への80km/h規制、スノータイヤの義務化、シートベルト、ヘルメット（バイク）等の施策を実施し効果をあげた。1990年頃に規制速度の季節による可変表示を導入した。2000年には、市街地内の速度制限30～40km/hの導入を行った。

また、道路庁では1995年から TARVA と呼ばれる事故対策評価システムを導入しており、各種事故対策施策の安全性評価ツールとして使用し実績を上げている。

#### 4. おわりに

今回の北欧調査団に参加して、スウェーデンやフィンランドの冬期道路維持管理の民間委託における性能規定、管理水準、管理体制、契約方法等について有意義な情報を収集することが出来た。

今後は、これら情報を利用して冬期道路管理に関連する研究をなお一層推し進めていきたい。

#### 5. 謝辞

最後に、このような機会を与えてくださった方々や現地でお世話になった方々に感謝いたします。

特に、在フィンランド日本大使館一等書記官の渡邊政義氏に至っては、フィンランド滞在中だけではなく、その前後においても多大なる便宜をはかって頂いた。この紙面を借りて改めて謝意を表します。



写真-7 フィンランドにて



浅野 基樹\*

北海道開発土木研究所  
道路部  
交通研究室  
室長  
技術士（建設・総合）



舟橋 誠\*\*

北海道開発土木研究所  
道路部  
交通研究室  
研究員