

農免農道のひび割れに関する研究

吉 田 隆 輝* ・ 神 谷 光 彦**
長 沢 徹 明*** ・ 山 梨 光 訓****

The Study on the Craking of “Nomen” Farm Road

Takaki YOSHIDA, Mitsuhiro KAMIYA, Tetsuaki NAGASAWA
and Mitsunori YAMANASHI

要 旨

農道整備事業の1つである農免農道は、1965年に発足した。その整備実績は、年々増加している。年の経過とともに、アスファルト舗装の破損は徐々に増えている。

今後の農道の整備事業の発展および維持管理に関する基礎資料を得るために、北海道の農免農道の現況調査を行なった。

本研究は、舗設後の経過年数とひび割れの関係について述べる。新しい指標として区間ひび割れ率を定義し、北海道14支庁それぞれの農免農道のひび割れをとりまとめる。

その結果、経過年数と区間ひび割れ率の間に高い相関関係をえることができた。

Synopsis

The “nomen” farm road, one of the consolidation project of farm road, made a start in 1965.

The result of consolidation is increasing annually. With the lapse of time, a rupture of asphalt pavements is gradually increasing. Obtaining fundamental data in the development of the consolidation project, maintenance and administration of the farm road in future, we carry out investry survey of the “nomen” farm road in Hokkaido.

This paper describes the relation between a time elapsed and cracking after paving. We introduce a new index defined by the section cracking ratio. We are summerized the cracking of “nomen” farm road in 14 branch offices in Hokkaido respectively.

So, we can be obtained close correlation between the time elapsed and the section cracking ratio.

1. ま え が き

農道整備事業は、農業生産活動を支える基盤をつくるきわめて重要な事業である¹⁾。農作業の機械化や農産物のトラック輸送が一般的になっている

農業生産活動を支えるためには、最も適した農道整備が行なわれなければならない。

農道は農業とかわりあいをもつ道路である。従って当然のことながら、通作のための道路であり、農産物や営農資機材の積みおろし場所となり、それらの輸送のための道路であり、さらに、農村地域住民の日常生活上に係る交通を快適なものとし、農村地域に潤いと活力を与える役割をもはたしている。農道を効率よく機能させるためには、農道の道路網を整備し、既存の農道を有効に利用しえるようにすることが大切である。農道網を整

* 助教授 苫小牧工業高等専門学校 土木工学科

** 助教授 北海道工業大学 土木工学科

*** 助 手 北海道大学農学部 農業工学科

**** 助教授 専修大学北海道短期大学

備し、農道を有機的に機能させることにより、次のような効果が期待される²³⁾。

- 1) 機械化による労働生産性の高い農業の推進
- 2) 農産物の流通の合理化
- 3) 荷傷の減少
- 4) 防じん及び維持管理費の軽減

このように高生産性農業の基盤をつくり、魅力あふれる農村社会を建設するために、農道整備の要望は強く、本事業は今後さらに積極的に推進されていくものと推測される。

農道は事業別に大きく4つに分類される²⁾。

- 1) 広域営農団地農道
- 2) 農林漁業用揮発油税財源身替農道(以下「農免農道」という)
- 3) 一般農道
- 4) 団体営農道

この分類は、農道単独事業として整備される農道であり、それ以外の事業で整備される農道もあるがここではふれない。農免農道は1965年に発足し、今日その整備実績は非常に大きなものになっている。と同時に、年数の経過とともにその維持管理について大きな課題となってきた。そこで、今後の農道整備事業の発展および維持管理に関する基礎資料を得るために、昭和57年4月に全道の農免農道を対象に現況調査を行なった。

ここでは、農道舗装の経年変化を明らかにするために、各支庁の農免農道ごとの経過年数と区間ひび割れ率の関係についてまとめ、その結果について報告する。

2. 調査および調査項目

(1) 調査

調査の対象とした農道は、昭和56年度までに完

了した北海道14支庁全ての農免農道である。本研究では、このうち2層および3層構造の舗装をとりまとめの対象とする。ここで3層構造とは表層・基層・上層路盤(歴青安定処理工法)からなる構造であり、2層構造とは3層構造より基層部分を除いた構造である。

なお調査は、調査用紙を昭和57年1月に各支庁に配布し、同年4月に回収して行なった。

(2) 調査項目

調査項目は次のとおりである。

①路線名、地区名、地区番号、所在地、事業量、地帯名 ②受益戸数、受益面積 ③計画交通量 ④設計CBR、 T_A 、 H 、幅員、保護路肩 ⑤舗装断面の構成 ⑥在来路床土の種類 ⑦除雪の状況 ⑧道路の平面線形 ⑨縦断勾配 ⑩冬期間の陽あたりの程度 ⑪盛土、切土、原地盤 ⑫道路隣接の土地利用状況 ⑬道路沿いの排水路の種類とその有無 ⑭路盤改良区間およびその年度 ⑮アスファルト混合物を舗装した区間と年度 ⑯ひび割れ

3. 北海道の地地的特徴

(1) 気候区分⁴⁵⁾

北海道の気候帯は温帯北限界に位置し、寒冷気候の大陸気候副型に属している。同じ北海道でも地域の気温、降水、日照、湿度の違いや地理的な関係から、図-1に示すように日本海側地域、太平洋側西部地域、太平洋側東部地域およびオホーツク海側地域の4つの地域に大別される。

太平洋側西部地域が最も温暖で、日本海側地域がそれに次いでいる。太平洋側東部地域は、西部地域に比べ気温が低い。特に十勝平野の冬期は、放熱冷却が盛んで道内でも代表的な低温寒冷地帯

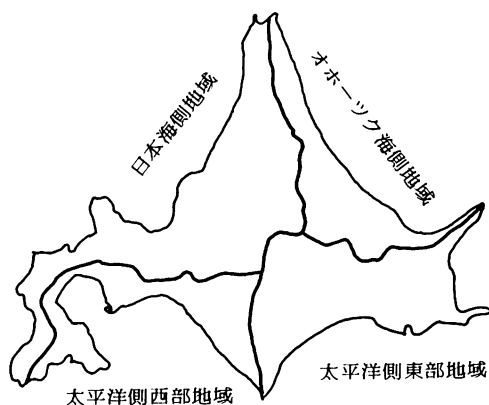


図-1 気候区分⁴⁾



図-2 西南部と東北部

である。オホーツク海側地域も、西部地域に比べると気温は一般に低い。

(2) 凍結指数

凍結指数は、冬期間の 0°C 以下の日平均気温とその継続日数との積で表わされる⁶⁾。温度応力による横断方向のひび割れは、凍結指数 $1000^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ を越える地域に多発する傾向がすでに報告されている⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。図-2に破線で示す。

以上を主に参考にして、北海道を大きく2つのブロックに分け(図-2)、それにそって考察をする。

西南部：石狩、空知、後志、檜山、渡島、胆振、日高の各支庁

東北部：上川、十勝、釧路、根室、網走、宗谷、留萌の各支庁

4. アスファルト舗装のひび割れ

アスファルト舗装の表面に発生する破壊形態として、ひび割れ、はく離、ラベリング、わだち堀れ、ポットホール、波等多くをあげることができる¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。このうちひび割れが、北海道の農道における最も一般的な破壊形態の1つであると考えた。

ひび割れが発生する外的要因として種々あげることができるが、ここでは要因別に4つに分類し、調査を行なった。

- 1) 亀甲状ひび割れ (Alligator Cracking, A. C.)
- 2) 縁端部の縦断方向ひび割れ (Edge Cracking, E. C.)
- 3) 中心部の縦断方向ひび割れ (Longitudinal Cracking, L. C.)
- 4) 横断方向ひび割れ (Transverse Cracking, T. C.)

A. C.はヘアークラックや他のひび割れが発達し、ひび割れどうしが細かく閉合した状態のひび割れである¹⁴⁾。発生の主な原因として次の項目が考えられる。

- 1) 路盤・路床の支持力不足
- 2) 計画交通量を越えた交通量の通過
- 3) 交通荷重が過大
- 4) アスファルト混合物の品質が不良
- 5) 舗装厚の不足

E. C.は路肩に近い部分に、縦方向に発生する線状のひび割れである。発生の主な原因として次の項目が考えられる。

- 1) 路床土の凍上

- 2) 凍上抑制層の置換厚不足
- 3) 路盤・路床および路肩部の支持力不足
- 4) 交通荷重が過大
- 5) 路盤・路床が水で飽和している

L. C.は車道中心部に発生する縦断方向のひび割れである。発生の主な原因として

- 1) コールドジョイントによる締固め密度および接着不足
 - 2) 路床土の凍上
 - 3) 凍上抑制層の置換厚不足
- 等が考えられる。

T. C.は道路進向方向に対し、横断方向にほぼ等間隔で、連続的に発生するひび割れである。特に寒さの厳しい地域(凍結指数が $1000^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ 以上)に多く発生する⁷⁾⁸⁾⁹⁾。発生の主な原因として

- 1) 寒さが厳しい
- 2) 下降温度勾配が大きい
- 3) 粗骨材の吸水量が大きく、混合物の厚さが薄い

等が考えられる。

アスファルト舗装の破損の程度は、ひび割れ率 (Cracking ratio) で表示するのが一般的である¹⁵⁾。

ひび割れ率＝

$$\frac{\text{ひび割れの面積} + \text{応急修理の面積} (\text{m}^2)}{\text{調査区間の舗装面積} (\text{m}^2)} \times 100 (\%)$$

調査方法は、調査員の目視あるいは路面撮影機の使用等がある。

本研究で対象とする農免農道(2および3層構造)の総延長は、約820 kmにおよぶ。このように膨大な延長距離を有する道路を従来のひび割れ率で表わそうとするときには、多くの時間と経費と調査員が必要となる。そこで本研究では、短期間に調査の完了ができるように、区間ひび割れ率を新しく定義する。即ち当該道路延長を、200 mを1区間として区切り、次式により区間ひび割れ率を求める。

区間ひび割れ率＝

$$\frac{\text{ひび割れ発生の区間数}}{\text{総区間数}} \times 100 (\%)$$

ひび割れの集計は、前述の4種類のひび割れおよび総ひび割れの計5種類で行なう。ここで総ひび割れとは、4種類いずれかのひび割れの発生している区間を集計したものである。また、4種類のひび割れの集計は、単独あるいは他のひび割れと伴に発生しているを区別しないで集計する。そして、前式によりそれぞれのひび割れの区間ひ

び割れ率を、各舗設年度ごとに求める。

5. 調査結果および考察

各支庁ごとに、アスファルト舗装舗設後の経過年数 (X) と各ひび割れの区間ひび割れ率 (Y) の関係を図示し、 Y と X の回帰直線と相関係数 r を求めた。図中 () の数字は、各経過年数 (舗設年度) における区間数の合計 (総区間数) である。A. C. の区間ひび割れ率を Y_A 、E. C. を Y_E 、L. C. を Y_L 、T. C. を Y_T および総ひび割れを Y_{To} で表わす。なお道路延長が3区間以下の年度は、 Y と X の回帰直線の計算に含めない。

(1) 石狩支庁

調査を行なった19路線のうち、全線または一部舗装の15路線、199区間に発生した各ひび割れの区間ひび割れ率 Y と経過年数 X の関係を図-3に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = 2.7X - 2.9 \quad r = 0.67$$

$$Y_E = 5.9X - 5.1 \quad r = 0.82$$

$$Y_L = 4.0X + 11 \quad r = 0.62$$

$$Y_{To} = 5.1X + 14 \quad r = 0.68$$

A. C.、E. C. および L. C. の発生は、経過年数とともに次第に増加している。相関係数が大きな値を示していることより、 Y と X の間に相関のあることがわかる。また A. C. の発生は最も少なく、L. C. の発生が多い。総ひび割れの区間ひび割れ率と経過年数の間にも $r = 0.68$ なる相関関係があることがわかる。なお T. C. の発生はなかった。

(2) 空知支庁

調査を行なった51路線のうち、全線または一部舗装の32路線、581区間に発生した各ひび割れの区間ひび割れ率 Y と経過年数 X の関係を図-4に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = 5.8X - 7.6 \quad r = 0.95$$

$$Y_E = 7.6X - 4.6 \quad r = 0.88$$

$$Y_L = 0.18X + 11 \quad r = 0.09$$

$$Y_T = 0.16X - 0.1 \quad r = 0.36$$

$$Y_{To} = 8.1X + 6.5 \quad r = 0.95$$

A. C. と E. C. の発生は年数の経過とともに増え、 Y_A 、 Y_E と X の間に高い相関関係があることが認められる。 Y_L と X の相関はきわめて弱いけれども、ほぼ10%程度は発生している。T. C. の発生はきわめて少なく、2区間で発生しているにすぎない。総ひび割れの Y_{To} と X の間に $r = 0.95$ なるきわめて強い相関関係が存在している。

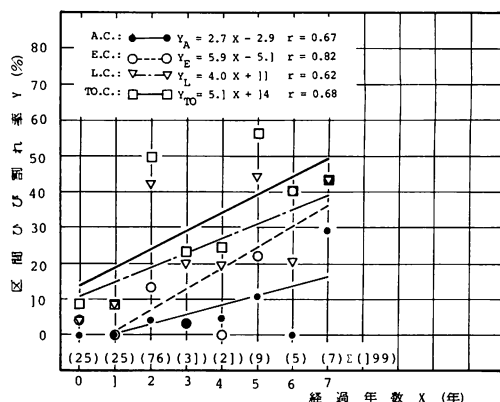


図-3 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(石狩支庁)

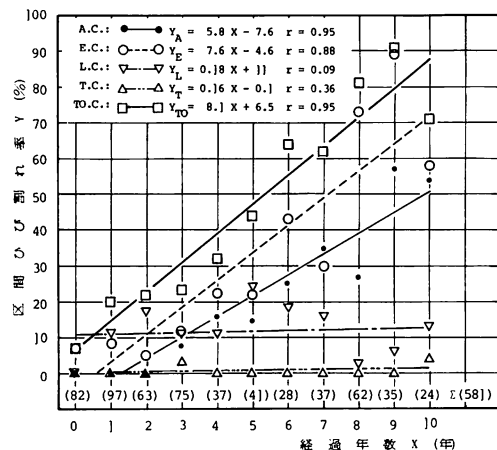


図-4 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(空知支庁)

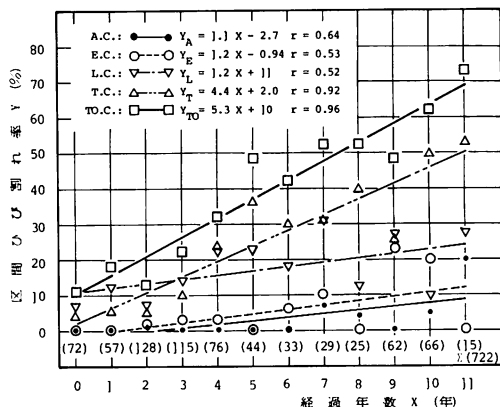


図-5 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(上川支庁)

(3) 上川支庁

調査を行なった 60 路線のうち、全線または一部舗装の 43 路線、722 区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-5 に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} Y_A &= 1.1X - 2.7 & r &= 0.64 \\ Y_E &= 1.2X - 0.94 & r &= 0.53 \\ Y_L &= 1.2X + 11 & r &= 0.52 \\ Y_T &= 4.4X + 2.0 & r &= 0.92 \\ Y_{T0} &= 5.3X + 10 & r &= 0.96 \end{aligned}$$

4 種類のひび割れは、年数の経過とともに増加している。A. C. の発生は最も少なく、 $X=11$ 年を除けば Y_A は 10% 未満であり、次いで E. C. が少ない。L. C. の傾きは小さいが、10% 以上の Y_L の発生がある。上川支庁で最も特徴的なひび割れの発生は、T. C. が多いことである。回帰直線の傾きが他に比べ大きく、相関係数も 0.92 と非常に大きい。さらに、総ひび割れの Y_{T0} と X の間にきわめて高い相関 ($r=0.96$) があることがわかる。

(4) 後志支庁

調査を行なった 27 路線のうち、全線または一部舗装の 20 路線、276 区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-6 に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} Y_A &= 1.9X - 0.73 & r &= 0.38 \\ Y_E &= 5.2X - 0.24 & r &= 0.74 \\ Y_L &= 10X - 12 & r &= 0.81 \\ Y_T &= 2.6X - 5.4 & r &= 0.53 \\ Y_{T0} &= 10X - 1.5 & r &= 0.84 \end{aligned}$$

A. C. の発生は非常に少なく、 Y_A と X の相関は弱いようである。一方、E. C. と L. C. の発生は多く、 Y_E および Y_L と X の間に相関関係があることが認められる。T. C. は羊蹄山周辺の特にか寒い地域にだけ集中して発生しており、発生区間数も 4 区間と少ない。総ひび割れの Y_{T0} と X の間に $r=0.84$ なる高い相関関係があることがわかる。

(5) 桧山支庁

調査を行なった 20 路線のうち全線または一部舗装の 13 路線、188 区間に発生した各ひび割れの Y と X の回帰直線の式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} Y_A &= -0.57X + 2.1 & r &= -0.65 \\ Y_L &= -0.23X + 1.9 & r &= -0.21 \\ Y_{T0} &= -0.66X + 3.5 & r &= -0.41 \end{aligned}$$

桧山支庁の農免農道の舗装は 1974 年より始まり、1981 年現在 37.6 km の舗装延長になっているが、ひび割れの発生は非常に少なく、わずか 3 区間に A. L. と L. C. が単独に発生しているにすぎな

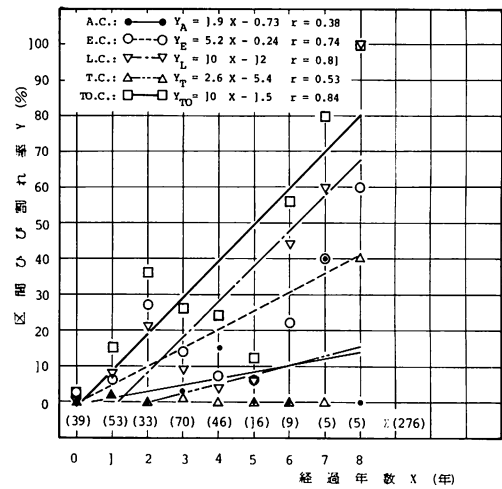


図-6 経過年数と区間ひび割れ率の関係 (後志支庁)

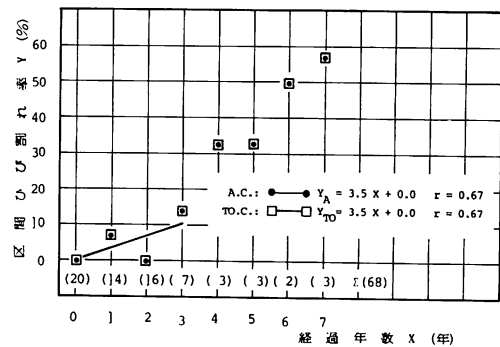


図-7 経過年数と区間ひび割れ率の関係 (渡島支庁)

い。 Y と X は負の相関を示すことから、両者の相関はないとしてよい。

(6) 渡島支庁

調査を行なった 11 路線のうち、全線または一部舗装の 8 路線、68 区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-7 に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = Y_{T0} = 3.5X + 0.0 \quad r = 0.67$$

発生したひび割れは A. C. だけで、他のひび割れは発生していない。渡島支庁は桧山支庁と同様に寒さの厳しくない地域であるため、E. C., L. C., T. C. の発生はないものと考えられるが、今後の経年変化にさらに注意を払いたい。

(7) 胆振支庁

調査を行なった 21 路線のうち、全線または一部舗装の 11 路線、197 区間に発生した各ひび割れの

Y と X の関係を図-8に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = -0.28X + 2.5 \quad r = -0.29$$

$$Y_E = 1.9X + 1.2 \quad r = 0.53$$

$$Y_L = 1.3X + 1.8 \quad r = 0.27$$

$$Y_{T0} = 2.9X + 4.7 \quad r = 0.66$$

A. C. は2および3年目にわずかに発生しているだけで、 Y_A と X の間に正の相関関係は認められない。このことから、A. C.の発生は非常に少ないと考えてよいであろう。L. C.の Y_L は、7年目が40%と特に多いだけで、他の年度では10%以下の小さな値を示している。 $r=0.27$ より Y_L と X の相関関係は弱い。E. C.の発生も比較的小さいようである。総ひび割れの Y_{T0} と X の間に、 $r=0.66$ の回帰直線が得られた。以上よりひび割れの発生は、他の支庁に比べ少ない支庁の1つであるといえる。T. C.の発生はなかった。

(8) 日高支庁

調査を行なった18路線のうち、全線または一部舗装の12路線、273区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-9に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = 2.3X - 5.4 \quad r = 0.62$$

$$Y_E = 0.83X + 0.63 \quad r = 0.56$$

$$Y_L = 0.54X + 1.2 \quad r = 0.39$$

$$Y_{T0} = 3.4X - 3.2 \quad r = 0.74$$

A. C. は9年目以降に発生し、それ以前にはみられない。またE. C., L. C.の発生も少なく、T. C.は全く発生していない。従って、総ひび割れは胆振支庁と同様に少ない。 Y_{T0} と X の間に、 $r=0.74$ の相関関係を得た。

(9) 十勝支庁

調査を行なった59路線のうち、全線または一部舗装の37路線、698区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-10に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = 0.93X + 1.3 \quad r = 0.40$$

$$Y_E = 3.9X + 1.9 \quad r = 0.73$$

$$Y_L = 2.7X + 19 \quad r = 0.63$$

$$Y_T = 4.5X + 1.2 \quad r = 0.69$$

$$Y_{T0} = 5.5X + 23 \quad r = 0.75$$

A. C.の発生は、 $X=5, 6$ 年でやや多いものの、全体的にその発生は少ないようである。またA. C.単独で発生することは少なく、ほとんどが他のひび割れとともに生じている。一方L. C., T. C.およびE. C.の発生は多く、それぞれの区間ひび割れ率と X の間に高い相関関係があることがわかる。な

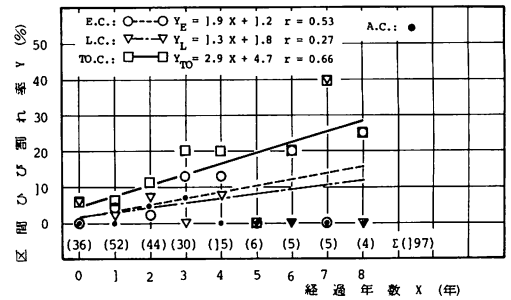


図-8 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(胆振支庁)

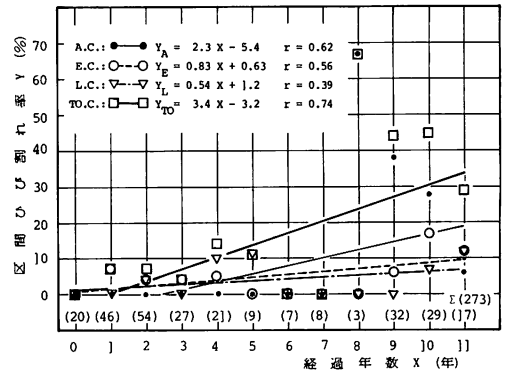


図-9 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(日高支庁)

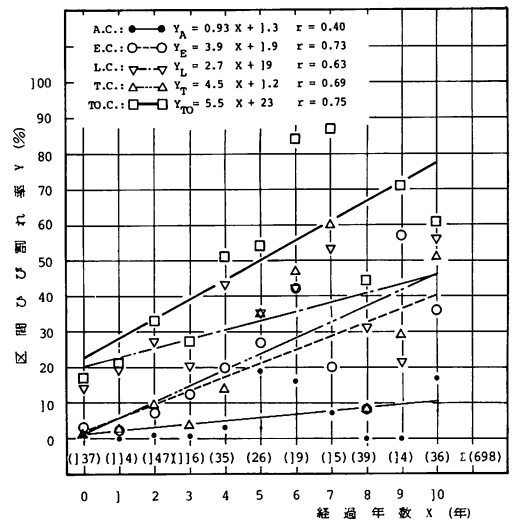


図-10 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(十勝支庁)

かでも L. C. は、他のひび割れよりも多く発生している。総ひび割れの Y_{T0} と X においても、 $r=0.75$ なる相関関係が認められる。これらのことから、十勝支庁の寒さは厳しく、路体は凍上や温度応力の影響を受けているものと推察される。

(10) 釧路支庁

調査を行なった 33 路線のうち、全線または一部舗装の 8 路線、164 区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-11 に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} Y_A &= 1.3X - 3.2 & r &= 0.68 \\ Y_E &= 2.2X + 8.9 & r &= 0.43 \\ Y_L &= 2.2X + 4.6 & r &= 0.70 \\ Y_T &= 0.93X - 2.5 & r &= 0.52 \\ Y_{T0} &= 2.8X + 15 & r &= 0.49 \end{aligned}$$

A. C. は 8, 9 年目にそれぞれ 1 区間ずつ発生し、7 年目までは全く発生していない。このことから A. C. の発生はきわめて少ないと考えてよいであろう。E. C. の発生は比較的多いが、 Y_E と X の相関は小さい。L. C. は E. C. に次いで多く発生しており、 Y_L と X の相関関係も高い。T. C. は 9 年目に 1 区間に発生しているだけで、本調査における限り温度応力による破壊の少ない支庁と考えた方が妥当であろう。全体的にみると、釧路支庁のひび割れは L. C. と E. C. が大部分であることがわかる。

(11) 根室支庁

調査を行なった 21 路線のうち、全線または一部舗装の 5 路線、54 区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-12 に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} Y_E &= 8.9X - 7.6 & r &= 0.85 \\ Y_L &= 9.3X - 4.4 & r &= 0.88 \\ Y_{T0} &= 17X - 12 & r &= 0.86 \end{aligned}$$

E. C. および L. C. それぞれの区間ひび割れ率と X の間にきわめて高い相関関係があり、回帰直線の傾きは大きい。一方、A. C. は全く発生しておらず、T. C. は 9 年目にわずか 1 区間に発生しているだけである。全体的にみると、釧路支庁と同様に L. C. と E. C. がひび割れのほとんどを占めているといってよいであろう。なお、今後の経年変化に注目したい。

(12) 網走支庁

調査を行なった 47 路線のうち、全線または一部舗装の 27 路線、424 区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-13 に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

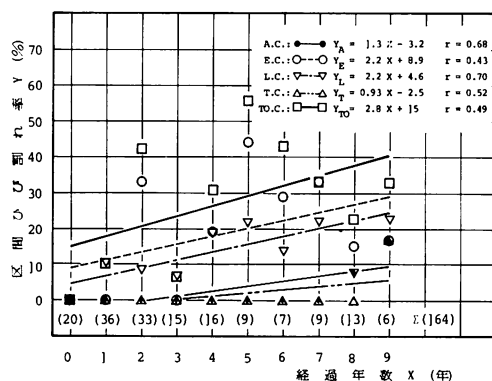


図-11 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(釧路支庁)

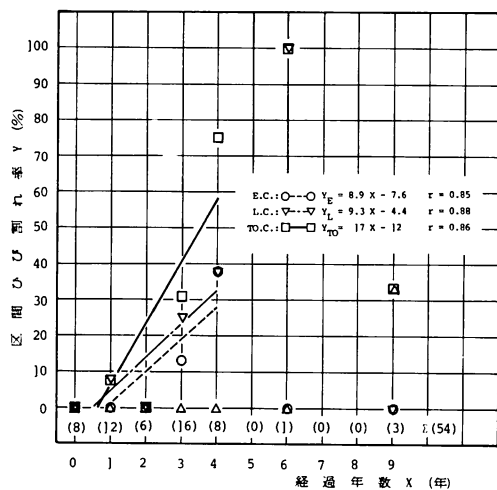


図-12 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(根室支庁)

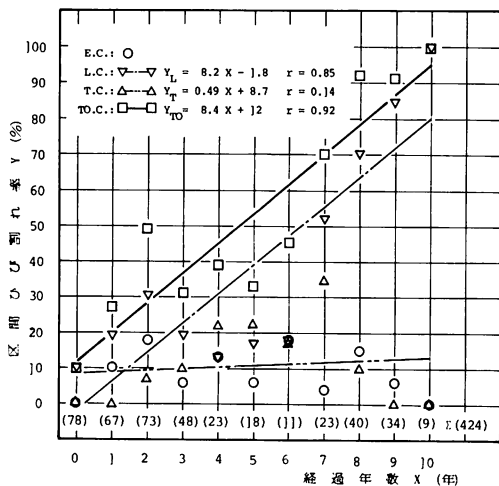


図-13 経過年数と区間ひび割れ率の関係
(網走支庁)

$$Y_E = -0.22X + 9.8 \quad r = -0.11$$

$$Y_L = 8.2X - 1.8 \quad r = 0.85$$

$$Y_T = 0.49X + 8.7 \quad r = 0.14$$

$$Y_{TO} = 8.4X + 12 \quad r = 0.92$$

L. C.は、他のひび割れに比べきわだって多く発生しており、 Y_L と X の相関係数も0.85と大きな値を示している。E. C.の発生に規則性がなく、負の相関を示しているが、各経過年数においておよそ10%前後は発生しているようである。T. C.は9, 10年目に発生していないため $r=0.14$ と小さな値を示しているが、8年目までで計算すると

$$Y_L = 3.0X + 1.9 \quad r = 0.71$$

となる。このことからT. C.の発生は少ないとはいえないであろう。A. C.は発生していない。これらのことから網走支庁では、凍上作用や温度応力の影響をうけやすい地域であるといえそうである。

Y_{TO} と X の関係は、 $r=0.92$ となりきわめて高い相関関係が認められる。

(13) 宗谷支庁

調査を行なった21路線のうち、全線または一部舗装の10路線、111区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-14に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = 1.6X - 1.6 \quad r = 0.71$$

$$Y_E = 0.70X + 0.0 \quad r = 0.35$$

$$Y_L = 20X - 1.0 \quad r = 0.99$$

$$Y_T = 17X - 11 \quad r = 0.88$$

$$Y_{TO} = 20X - 1.0 \quad r = 0.99$$

A. C.は4年目に1区間発生しているだけで、A. C.の発生はきわめて少ないと考えてよいであろう。E. C.も3年目に1区間で発生しているだけで、このひび割れも少ないと考えてよい。一方、 Y_L と X 、 Y_T と X の間にきわめて高い相関関係が認められる。特に、L. C.の発生が多いことと、同一区間でL. C.とT. C.が同時に発生しているのも目立つ。L. C.と総ひび割れの回帰直線式は同じ式となることに注目したい。

(14) 留萌支庁

調査を行なった14路線のうち、全線または一部舗装の11路線、134区間に発生した各ひび割れの Y と X の関係を図-15に示す。得られた回帰直線の式は次のとおりである。

$$Y_A = 5.1X - 6.8 \quad r = 0.74$$

$$Y_E = 8.9X - 11 \quad r = 0.91$$

$$Y_L = 5.7X + 1.0 \quad r = 0.64$$

$$Y_T = 5.0X + 3.9 \quad r = 0.93$$

$$Y_{TO} = 13X + 0.42 \quad r = 0.95$$

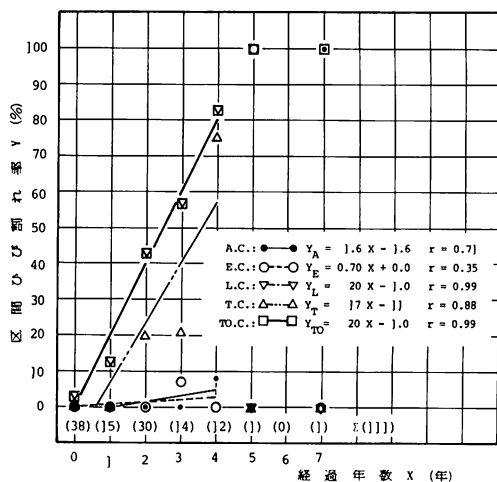


図-14 経過年数と区間ひび割れ率の関係

(宗谷支庁)

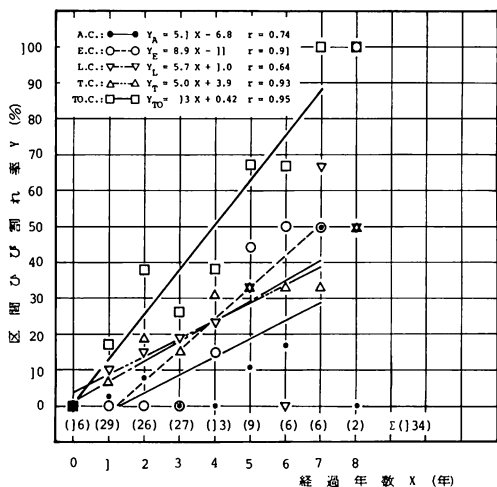


図-15 経過年数と区間ひび割れ率の関係

(留萌支庁)

4種類のひび割れは年数が経過するとともにその発生は多くなり、それぞれの Y と X の間に相関関係が認められた。特に、 Y_E および Y_T と X の相関はきわめて強い。さらに、総ひび割れの Y_{TO} と X の間にかなり高い相関関係があることがわかる。

(15) まとめ

各支庁ごとに4種類のひび割れおよび総ひび割れの発生を、 Y と X の回帰直線で表わし、各支庁ごとの特徴を明らかにしてきた。ここではさらに、支庁によるひび割れ発生を比較するために、ひび割れの種類ごとに、各支庁の回帰直線を図に示す。西南部の支庁は細い実線、東北部は細

い破線で表わす。さらに、西南部、東北部および全道の Y と X の回帰直線を求め、西南部と東北部を太線の実線および破線で図に示す。

i) 亀甲状ひび割れ

西南部、東北部およびその計である全道に発生した A. C. の Y と X の回帰直線は次のとおりである。

$$\text{西南部: } Y_{AS} = 4.7X - 7.1 \quad r = 0.93$$

$$\text{東北部: } Y_{AN} = 0.61X - 0.14 \quad r = 0.63$$

$$\text{全道: } Y_{AT} = 2.1X - 2.3 \quad r = 0.95$$

図-16に10支庁の Y_A と X の回帰直線を示す。空知および留萌支庁の農免農道に A. C. の発生が多く、他の支庁では一般に少ない。西南部と東北部を比べてみると、西南部に A. C. の発生は多く、東北部では非常に少ない。西南部の相関係数は 0.93 と非常に高い値を示している。A. C. 発生の原因は交通量の増大、交通荷重の過大等が考えられる。一方北海道の農道は、300間方眼に区画割りされ、散居型の居住形態である¹⁶⁾。従って、農道は生活道路の機能も兼ねており、地域住民や産業上の通過交通も流入する¹⁷⁾。西南部の農免農道は、生活道路として利用される率も高く、交通量、交通荷重も増加しこのことから A. C. の発生も多くなるものと推察される。このことは交通量の多い地区に A. C. の発生が多いという報告¹⁰⁾とも一致する。

ii) 縁端部の縦断方向ひび割れ

西南部、東北部および全道に発生した E. C. の Y と X の回帰直線は次のとおりである。

$$\text{西南部: } Y_{ES} = 5.2X - 3.2 \quad r = 0.83$$

$$\text{東北部: } Y_{EN} = 2.0X + 2.6 \quad r = 0.88$$

$$\text{全道: } Y_{ET} = 3.1X + 0.91 \quad r = 0.94$$

図-17に11支庁の Y_E と X の回帰直線を示す。A. C. に比べると、E. C. の発生は多い。西南部の回帰直線の傾きは 5.2、東北部は 2.0、西南部の方が大きい。相関係数は共に高い値である。西南部に E. C. の発生が多い理由として、凍上作用の他に A. C. 発生の原因である交通量の増大、交通荷重の過大により、路盤・路床および路肩の支持力不足をきたしているものと考えられる。

iii) 中心部の縦断方向ひび割れ

西南部、東北部およびその計である全道に発生した L. C. の Y と X の回帰直線は次のとおりである。

$$\text{西南部: } Y_{LS} = 0.35X + 8.7 \quad r = 0.19$$

$$\text{東北部: } Y_{LN} = 2.8X + 13 \quad r = 0.86$$

$$\text{全道: } Y_{LT} = 2.0X + 10 \quad r = 0.85$$

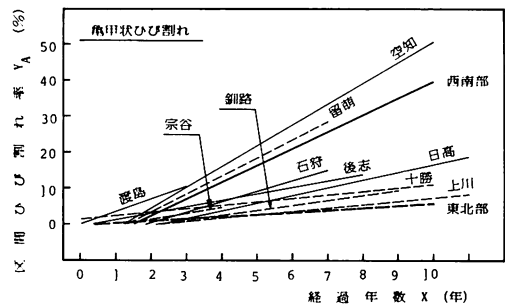


図-16 経過年数との区間ひび割れ率の関係
(亀甲状ひび割れ)

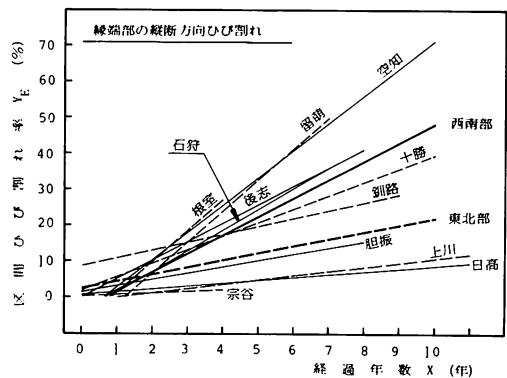


図-17 経過年数との区間ひび割れ率の関係
(縁端部の縦断方向ひび割れ)

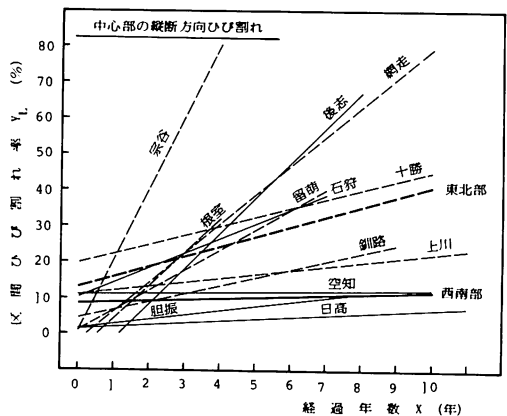


図-18 経過年数との区間ひび割れ率の関係
(中心部の縦断方向ひび割れ)

図-18に12支庁の Y_L と X の回帰直線を示す。東北部の支庁に L. C. の発生が多く、 Y_{LN} と X の回帰直線の傾きは 2.8 で、相関係数は 0.86 と大きな値を示している。一方西南部では、L. C. 発生が少なく、 Y_{LS} と X の相関は非常に弱い、10%程度の発生はみられる。L. C. 発生が東北部に多い

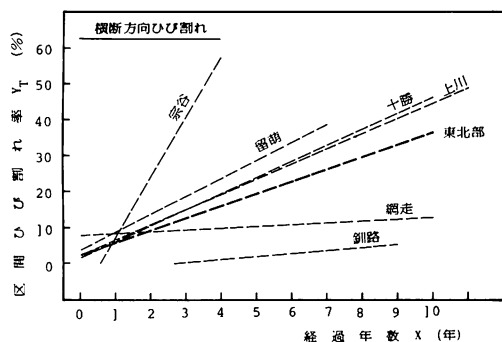


図-19 経過年数との区間ひび割れ率の関係
(横断方向ひび割れ)

理由は、コールドジョイントによる接着不足の車道中心部が路床の凍上作用により引張応力をうけ、その結果 L. C. が発生するためである。

iv) 横断方向ひび割れ

T. C. は、後志、空知支庁にもわずかに発生しているが、ごくまれなひび割れと考え、ここでは東北部に発生した T. C. と X の回帰直線を求める。

$$\text{東北部: } Y_{TN} = 3.5X + 2.4 \quad r = 0.77$$

図-19 に 6 支庁の Y_L と X の回帰直線を示す。宗谷支庁の傾きは最も大きく、釧路支庁では最も小さい。留萌、十勝、上川支庁の T. C. の発生は、ほぼ似た値を示している。 Y_{TN} と X の回帰直線は、この 3 支庁より小さな値を示している。これらのことより、T. C. は、寒冷の度の著しい農道で多く発生しているといえる。

v) 総ひび割れ

西南部、東北部に発生した総ひび割れおよびその計である全道の Y と X の回帰直線は次のとおりである。

$$\text{西南部: } Y_{TOS} = 6.9X + 2.7 \quad r = 0.93$$

$$\text{東北部: } Y_{TON} = 5.7X + 16 \quad r = 0.96$$

$$\text{全道: } Y_{TOT} = 6.2X + 10 \quad r = 0.97$$

図-20 に 松山支庁を除く 13 支庁の Y_{TO} と X の回帰直線を示す。

ひび割れの少ない支庁は、松山、日高、渡島、胆振支庁等であり、寒冷の度の著しい支庁ではひび割れの発生が多い。西南部と東北部の比較では、やや西南部が少ない。

5. 結 論

北海道 14 支庁の農免農道の現況調査を行ない、ひび割れの発生についてとりまとめた結果、次のことが明らかになった。

1) 区間ひび割れ率を定義し、これと経過年数

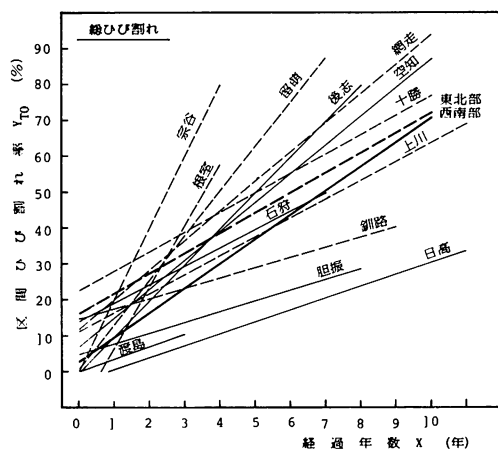


図-20 経過年数との区間ひび割れ率の関係
(総ひび割れ)

との相関を求める手法は、ひび割れ発生の実態を把握するうえで有効である。

- 2) 一部を除いて、区間ひび割れ率と経過年数の間に相関関係があることがわかった。
- 3) 各支庁ごとに、ひび割れ発生の特徴を明らかにすることができた。
- 4) 寒冷の度の著しい上川、十勝、網走、宗谷および留萌の各支庁に横断方向のひび割れが多発生していることが明らかとなった。

最後に、北海道の農免農道現況調査を行なうにあたり、各支庁、市町村の関係各位に御協力いただいた。さらに、調査・解析作業にあたっては、北海道農地開発部農地造成課の各位から並々ならぬ御教示・御協力を賜った。深く感謝申し上げる次第である。

また、北海道大学農学部梅田安治助教授には全般にわたり御指導いただいた。ここに深甚の謝意を表するものである。

資料のとりまとめには、苫小牧工業高等専門学校土木工学科 10 期生高橋勝敏君の協力を得た。記して感謝の意を表する。

なお、本研究は農業土木学会「研究グループ」(昭和 56 年度)「農道舗装の構造と破壊形態に関する研究」の一部をなすものである。

参 考 文 献

- 1) 農林省構造改善局開発課：農道整備事業便覧、公共事業通信社 (1977)
- 2) 農林水産省構造改善局事業計画課施工企画調整室開発課：農道整備の実務、公共事業通信社

- (1981)
- 3) 石橋・遠藤・斉藤・田村：農道 ― 計画・設計・施工管理 ―, 全国土地改良事業団体連合会(1973)
- 4) 札幌管区气象台：北海道の気候, 北海道産業気象協会 (1952)
- 5) 北海道保線史編集委員会：北海道保線のあゆみ, 日本鉄道施設協会 (1972)
- 6) 日歴化学工業株式会社：アスファルト舗装講座 2, 日歴化学工業株式会社 (1977)
- 7) 菅原・久保・森吉：温度応力によるアスファルト舗装のクラック破壊, 土木学会誌, Vol. 64, No. 4, pp.62-68 (1979)
- 8) 菅原・久保・森吉：寒冷地舗装に発生する横断方向のひび割れ, 道路, 1978-8, pp.37-40, (1978)
- 9) 久保宏：アスファルト舗装に発生する温度応力クラック, 舗装, No.390, pp.55-61 (1980)
- 10) 北村幸治：北海道の舗装, 舗装, Vol. 1, No. 8, pp. 3-11, (1966)
- 11) 山之口浩：アスファルト舗装の破壊と供用性, 舗装, Vol. 6, No. 3, pp.15-20, (1971)
- 12) 徳永健児：舗装の疲労悪化とその原因, 道路建設, No.181, pp.18-23, (1963)
- 13) アスファルト舗装の損傷のいろいろ, 舗装, Vol. 5, No.11, (1970)
- 14) 藤原武：道路建設講座 7 道路舗装の維持修繕, 山海堂, (1967)
- 15) 藤原・大字・堀・松野・吉田：道路維持修繕ハンドブック, 鹿島出版会, (1976)
- 16) 高倉新一郎：北海道拓殖史, 北大図書刊行会 (1979)
- 17) 北海道農道研究会：北海道の農村道路, 農業土木新聞社, (1983)

(昭和 58 年 11 月 30 日受理)

