

# 道路防災カルテの評価の妥当性について

石田 高嗣

中国地方整備局 中国技術事務所 防災・技術課 (〒736-0082 広島市安芸区船越南2-8-1)

道路防災カルテは、当該箇所には潜伏する危険因子が道路に影響を及ぼすのか、また、どの程度の規模の影響なのか等を、総合的に勘案し、対策を行うのか、点検を継続するのか等が総合評価として判定されている。

本研究では、毎年度点検で示された総合評価が妥当であるか、定量的指標を導入し評価する手法について検討するものである。

キーワード 道路防災カルテ、総合評価、定量的指標

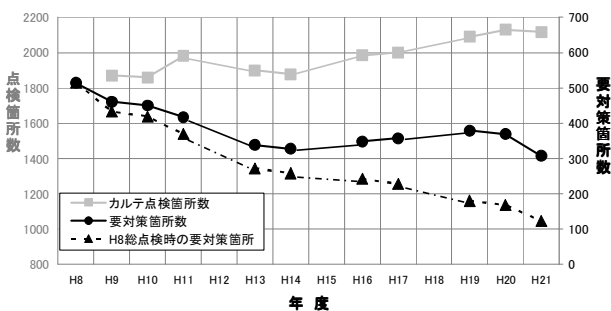
## 1. 道路防災カルテ点検の現状

道路防災は、昭和43年8月に起きた飛騨川バス転落事故を契機として、道路防災の基礎資料を得るために、全国一斉に総点検が実施された。

近年では、平成8年に総点検が実施され、その点検結果をカルテとして保有し、毎年度当該カルテに基づく、カルテ点検が道路管理者毎に実施されている。

中国地方整備局管内では、平成8年総点検時に作成されたカルテ箇所が現在までに追加されながら、約7,400箇所確認しており、平成22年度にはその内約2,300箇所にて点検が実施されている。

表-1 防災カルテ・要対策箇所の推移



## 2. 防災カルテの役割

道路は、地域の社会や産業に寄与するだけでなく、災害時の緊急輸送路等、国民生活に必要な社会基盤として整備されている。

近年、東日本大震災などの大規模地震災害だけでなく、大雨等の影響により、全国各地で大規模な災害が発生している。

中国地方整備局管内では、平成22年7月広島県庄原市、

平成21年6月山口県防府で発生した土砂災害により、周辺地域に大きな影響を与える災害が発生している。

道路では、平成15年9月台風14号の影響により、山陽自動車道(岩国IC~玖珂IC間)の盛土崩壊、平成18年7月国道9号(島根県出雲市多伎町)の法面崩壊による通行規制、平成22年12月には雪害により、山陰地方の交通網に大きな打撃を与えた。

災害の発生をできる限り防止するとともに被害を最小限に抑えるため各種防災対策工事が実施されているものの、限られた予算の中では、万全な防災対策が実施できていないのが現状である。

そのため、日常管理においてできる限り早期に災害に至る因子を発見し、適切な対策を実施する必要がある。

しかし、対象となる道路施設は、自然斜面・盛土・擁壁など多種多様な施設があり、かつその安定状態及び対策の必要性・緊急性を的確に判断するためには、高度な技術的能力と時間を必要とする。このことから、道路管理者が防災管理を実施する上で必要とされる業務が適切に実施されることを目指して「防災カルテ」が平成8年から導入された。

防災カルテは、日常管理においていかに的確に災害の前兆を把握できるかということが重要であり、毎年度実施される防災カルテ点検により、斜面や対象物の状態を詳細に調査し、災害に至る可能性のある要因の把握・その状態の変状等が最新情報に更新されている。

また、当該箇所が「対策が必要と判断される(以下「要対策」)」箇所なのか、また「防災カルテを作成し対応する(以下「カルテ箇所」)」また「対策不要」のどこに位置付けられるのかを総合的に評価されている。

その他、防災カルテには、道路管理者等が日常管理

において、災害に至る因子を早期に発見し、対策を適切に進めるため「着目すべき変状」「点検方法」「点検時期」「想定される災害形態」「変状が出たときの対応」について記載されている。

### 3 防災カルテの課題

前述で記載した防災カルテは、大きく2つの要素から構成されている。

1つめが日常管理等で運用するために必要な情報（着眼点や点検時期等）2つめが、当該箇所が対策を講じる必要がある箇所なのか否かを示した総合評価に大分される。

本研究で着目する視点は、当該箇所が対策を講じる必要があるのか否かを判断されている「総合評価」について記述するものである。

#### (1) 防災カルテの分類

防災カルテは対象とする項目毎に下記のとおり分類されている。

①落石・崩落、②岩盤崩落、③地すべり、④雪崩、⑤土石流、⑥盛土、⑦擁壁、⑧橋梁基礎の洗掘、⑨地吹雪

また、これらの項目に当てはまらない箇所を「その他」として管理している箇所も存在している。

#### (2) 総合評価区分の決定

総合評価は、防災カルテ箇所が対策を講じる必要があるのか、カルテ箇所として監視を継続していく必要があるのかを明確に示されたものとなっている。

新たに防災カルテを作成する場合には、既存資料をもとに対象区間の絞り込みを行い、対象区間の地域特性、災害要因の判読をしたうえで、「地形」「土質・地質・構造」「表層の状況」「形状」「変状」「地震時に対する安定性」等の要因に対する評価と、対策工に関する評価、被災履歴に関する評価を数値化（安定度調査）したものを参考にし、総合評価区分を決定している。

一方、既に防災カルテを作成している箇所については、毎年度点検結果を受け、箇所毎に総合評価区分を変更するか否かを判断・決定されている。

#### (3) 定性的な総合評価区分

新規カルテ箇所の総合評価区分及び既存カルテ箇所の総合評価区分変更は、数値指標及び点検結果を踏まえて客観的に評価区分を設定していく仕組みとはなっているものの、総合評価区分を最終的に決定する判断基準は、各道路管理者及び点検者の主観により定性的に判断・決定されている。

定性的に判断される要因としては、以下の点が示唆される。

1. 道路管理者としての責任
2. 点検者の提案

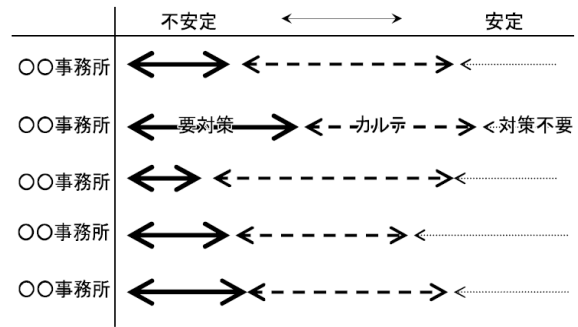
「道路管理者としての責任」は、道路管理者間での

危険度合いの違いから、総合評価区分が必ずしも同一に評価されない可能性が示唆される。

また、「点検者の提案」は、道路管理者と同様に、点検者それぞれの視点で、危険度合いを判断し、総合評価が必ずしも同一では無い可能性が示唆される。

結果として、防災カルテの総合評価区分は、各者が危険度合いを判断し、定性的に決めている可能性がある。イメージを図-1に示す。

図-1 定性的総合評価



#### (4) キャリブレーション

総合評価区分を定性的に判断することにより、判断者毎に危険度合いの相違が発生する。そのため、本来「カルテ箇所」である箇所が、ある地域では「要対策」と判断される。また、逆の理由により本来対策が必要な危険箇所を見落とす可能性もある。

前述でも述べたように、多数存在する「要対策」箇所を限られた予算の中で効率的に対策するため、本来、統一的な視点にたち一定以上の危険度を有する箇所であると判断する「基準線」が存在し、基準線以上の箇所を優先的に対策することが効果的である。そのため、統一的な視点で、総合評価区分を判定可能なキャリブレーション手法について検討を行うものである。

### 4. キャリブレーション手法の検討

キャリブレーション手法については、「平成18年道路防災点検要領」に記載されており、以下の要素を持って実施することとなっている。

1. 安定度調査結果（数値）
2. 見直し対象区間（対象路線）

上記内容は、安定度調査を実施した区間において、その数値のバラツキをキャリブレーションすることが示されており、毎年実施される防災カルテ点検結果の総合評価の妥当性を判断する手法では無い。

ただし、手法としては「数値化」されたものを「すべて比べる」とこととされており、防災カルテ点検結果も、何らかの手法で「数値化」し妥当性を検証することが必要である。

そのため、定性的な総合評価区分を定量的な手法を取り入れ、総合評価の妥当性を評価するための指標に

ついて検討を行う。

(1) 定量的評価指標の検討

防災カルテは「2. 防災カルテの役割」で記載したように、日常管理に必要な情報が多種記載され、毎年度実施される点検にて最新情報に更新されている。

また、当該箇所への災害発生危険度を様々な要因を加味して判断された定性的な総合評価区分が記載されている。

防災カルテに記載されている情報から、指標を構築するための方針として、以下の2つの仮説の検証を行った。

(1). 1. 計測値を用いた指標の可能性

防災カルテには、着眼点毎に変状が計測されており、計測値＝移動量を把握することで、危険度の評価を行う指標として構築することが可能となる。

しかし、以下の内容により困難であることが分かり不採用とした。

1. 点検箇所毎に変状の規模や要因が異なる。
2. 計測そのものが行われていない箇所が多い。
3. 一つの危険要因について、着目点の計測種類が異なる。

(1). 2. 変状の有無を用いた指標の可能性

防災カルテには、計測した結果及び目視点検により、前回点検結果から変化しているのか、していないのかを記載することとなっている。

これは、各点検者の定性的な記載とはなっているものの、防災カルテ箇所の不安定化の進行が表現されている。かつ、全てのカルテに記載されており、定量的指標に活用できるものと判断した。

(2) 定量的指標の設定

1. 2. 共に、危険因子の変化に着目した指標である。しかし、防災カルテの総合評価の妥当性を評価するには、そもそも道路に影響があるのか、また影響が大きいのか等、道路管理者が日常管理に必要な情報を網羅したうえで、その妥当性を検証する必要がある。

そのため、定量的指標を設定するうえで、様々な状況を加味して決定されている防災カルテの総合評価結果も数値指標の基礎情報として用いることとした。指標のモデルを以下に示す。

$$\text{数値指標} = \text{総合評価区分} + \text{着眼点の変化}$$

(3) 数値指標の活用

前述までに設定した数値指標を用いることにより、中国地方整備局管内の全防災カルテを並べたうえで、総合評価区分の妥当性を検証する。

検証方法は、防災カルテが過去から現在に向かって「安定側」「不安定側」のどちらからに進行していると仮定し、現在の進行度合いより総合評価区分を変更すべき端境地（以下「グレーゾーン」）に達している

図-2 総合評価グレーゾーンイメージ図

	H18年	H19年	H20年	H21年	H22年	備考
評価 グ レ ー ゾ ン ↑ 高 ↓ 低	要対策 変化あり	要対策 変化あり	要対策 変化あり	要対策 変化あり	要対策 変化あり	毎年変化が発生する「要対策」箇所 換算値TOTAL=5
	要対策 変化なし	要対策 変化あり	要対策 変化あり	要対策 変化なし	要対策 変化あり	断続的に変化がある「要対策」箇所 換算値TOTAL=7
	要対策 変化なし	要対策 変化なし	カルテ 変化あり	要対策 変化あり	要対策 変化なし	評価が一定しない箇所 換算値TOTAL=9
	要対策 変化なし	要対策 変化なし	要対策 変化なし	要対策 変化なし	要対策 変化なし	毎年変化がない「要対策」箇所 換算値TOTAL=10
	カルテ 変化あり	カルテ 変化あり	カルテ 変化あり	カルテ 変化あり	カルテ 変化あり	毎年変化がある「カルテ」箇所 換算値TOTAL=10
	カルテ 変化なし	要対策 変化あり	カルテ 変化なし	要対策 変化あり	カルテ 変化なし	評価が一定しない箇所 換算値TOTAL=12
	カルテ 変化なし	カルテ 変化あり	カルテ 変化なし	カルテ 変化あり	カルテ 変化なし	断続的に変化がある「カルテ」箇所 換算値TOTAL=13
	カルテ 変化なし	カルテ 変化なし	カルテ 変化なし	カルテ 変化なし	カルテ 変化なし	毎年変化がない「カルテ」箇所 換算値TOTAL=15

可能性がある。なお、グレーゾーンのイメージ図を図-2に示す。

今回は定量的評価値を用いることで、総合評価が妥当と判断できるのかを検証するため、グレーゾーンに幅をもたせ、グレーゾーン内の防災カルテがどのような進行状態となっているのかについて検証を行った。

5. 定量的評価値の算出

中国地方整備局管内の全ての点検カルテのグレーゾーンを抽出しするために必要となる各カルテの評価値の算出方法について記述する。

(1) 「前回との差異」の数値化

カルテ様式Cに記載される「前回との差異」は、各着目点に対して、変化があるのか無いのかが客観的に示されており、変化の有無を「1」の重みと仮定する。

「変化あり」・・・0

「変化なし」・・・1

また、数値化の対象となる変化については、カルテ着眼点毎に記述されており、今回は全着眼点を対象として変化の有無を数値化することとした。

(2) 対象年度の設定

防災カルテのデータは、平成8年総点検が実施されて以後蓄積されており、新規追加カルテについては、その都度更新されている。

今回は、データベースに保存されている全てのデータを対象として数値化することとした。

(3) 総合評価区分の設定

総合評価区分については、「要対策」「カルテ箇所」「対策不要」をそれぞれ「1」の重みと仮定する。

「要対策」・・・1

「カルテ箇所」・・・2

「対策不要」・・・3

(4) 年度別変数の設定

(1)(2)(3)の数値及びデータを用いて、年度別の数値化を式-1により行う。

なお、説明定数(-0.5)は、グレーゾーン抽出にあたり、評価値の中間部分を感覚的に示すために用いた。

$$X_n = \left\{ \frac{\Sigma x_1}{\Sigma x_1 + \Sigma x_2} \right\} + \alpha + \beta \quad \dots \text{式-1}$$

ここに、

- $X_n$  : 年度における説明変数
- $X_1$  :  $i$  年における着目点に変化なし (=1)
- $X_2$  :  $i$  年における着目点に変化あり (=0)
- $\alpha$  : 点検ランク
- $\beta$  : 説明定数 (-0.5)

#### (5) 定量的評価値

式-1により年度別に算出された結果を相加平均し(式-2)、防災カルテ箇所の定量的評価値と仮定することが可能となる。

$$Y_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_n \quad \dots \text{式-2}$$

ここに、

- $Y_n$  : カルテ箇所の評価値
- $n$  : 点検年数

### 6. 定量的評価値の検証

平成22年度に中国地方整備局管内の道路関係事務所にてカルテ点検を実施した箇所(国道373号及び姫路鳥取線は除く)にて、定量的評価値を算出し、順位付けを行い、定量的評価値と総合評価の妥当性について検証を行った。

検証に当たっては、想定される評価値範囲と総合評価(「要対策」「カルテ対応」「対策不要」)の適合率の関係を表-2に整理した。

また、検証範囲として定量的評価値1.5以下を「要対策」、1.5超過2.5以下を「カルテ対応」、2.5超過を「対策不要」と仮定し算出した。

表-2 グレーゾーン適合率

	1.5以下	中間	2.5超過
全数	220	1,755	32
適合率	79.2%	88.4%	68.4%

2.5以下の「要対策」「カルテ対応」箇所については概ね80%以上の適合率となっている。

2.5超過(対策不要)箇所については、全体数が少なく適合率で判断するのは難しい。

以上から、概ね適合する数値指標にて総合評価区分の妥当性を検証することとした。

また、不適合箇所約20%の箇所が、総合評価値の判断を迷う箇所=グレーゾーンとして抽出する箇所であることが想定できた。

### 7. 総合評価区分の妥当性検証

平成22年度に中国地方整備局管内の防災カルテ点検結果を用いて総合評価区分の妥当性検証を行った。

#### (1) グレーゾーンの設定

評価値により順位付けされたカルテ箇所のうち、重み付け1の中間部分を、カルテ評価中間位置と仮定し、その前後をグレーゾーンとして抽出を行う。

平成22年度は、評価値±0.05をグレーゾーン範囲として設定することとした。

#### (2) 総合評価値の妥当性検証

(1)により設定した範囲より抽出した防災カルテ箇所数を表-3, 4に示す。

表-3

	要対策	カルテ	不要
1.45~1.55	49	31	2
2.45~2.55	1	349	6

点検項目別に整理したものを表-3に示す。

表-4 (1.45~1.55)

	要対策	カルテ	不要
落成・崩落	36	22	2
岩盤崩落	1	-	-
地すべり	1	-	-
土石流	8	2	-
盛土	1	3	-
擁壁	2	3	-
橋梁基礎	-	1	-

注) 該当が無い点検項目は対象外

表-3より危険側のゾーン(1.45~1.55)では、総合評価区分が混在していることが分かる。

危険側のゾーンの点検項目別内訳(表-4)を見ると、大半が「落石・崩落」「土石流」等、自然斜面を対象とした項目となっている。

また、安定側のゾーン(2.45~2.55)では、ほぼカルテ対応箇所となっており、毎年度変状が無いまた、定性的な評価でもカルテ対応が継続されている。

そのため、安定度の高い箇所を毎年度不必要に点検している可能性が示唆される。

#### (3) 現地検証

(2)の観点から、自然斜面を対象としている箇所及び安定度が高そうであるが、カルテ対応を継続している箇所について、現地検証を行った。

現地検証に当たっては、専門的知識を有する学識経験者の方々に現地を見ていただき、当該箇所の総合評価の妥当性等について助言(以下「診断」)いただいた。

また、診断箇所としては、今回検証している定量的評価指標を用いたもの以外に、道路管理者からの要望箇所及び数値的変状が大きい箇所も合わせて実施している。

現地診断した結果について表-5に示す。

診断結果 表-5

診断 点検	要対策	カルテ	不要
要対策	5	8	0
カルテ	7	7	9
不要	0	2	7

45箇所現地診断を実施した結果、19箇所では点検結果の総合評価が妥当であるとの助言をいただいたが、その他の箇所は点検結果の総合評価を変更する必要があると助言をいただく結果となり、総合評価の妥当性を詳細に判断する箇所を多く抽出することができた。

## 8. まとめ

今回は、総合評価の妥当性を評価するために、定性的な評価がなされてきた総合評価を、数値指標を用いて定量的に評価可能か否かについて検討を行ってきた。

検討した定量的評価値だけで、総合評価の妥当性を全カルテにて評価するのは難しい。

しかし、本指標を用いることで、防災カルテ箇所が安定側に進行しているのか、不安定側に進行しているのかを判断する目安としては十分機能するものであった。

その中で、不安定度合いを客観的に捉えるには、現場にて高い専門知識を有する方々の助言をいただきながら、判断することが重要であることも分かった。

今後、この指標に新たな要素を加えることで、よりグリーンを絞りこみ、総合評価の妥当性を客観的に判断可能なものとしていくことが重要である。

また、指標作成過程で発生する要素から、現場にて道路管理者、点検者が着目する視点等を提案できるものと考えている。

なお、本定量的評価値を作成するために、過去から点検実施されてきた内容が全てデータベース化され管理されて来たからこそ実施できたものであり、道路防災点検のみならず、情報の蓄積・保管が非常に重要であることを再認識できた。

最後に、本研究にあたり、数々の有識者の方々の助言をいただきながら、進められたことに感謝の意を添える。

## 参考文献

- 1) (社) 道路保全技術センター発刊 防災カルテ作成・運用要領平成8年12月
- 2) (社) 道路保全技術センター発刊 平成8年度道路防災総点検要領(豪雨・豪雪等)
- 3) (社) 道路保全技術センター発刊 道路防災点検の手引(豪雨・豪雪等)平成19年9月