

降水時の施設接触事故リスク増加に伴う 注意喚起指標の策定

小坂直裕・篠田直樹・平野俊彦

(株) 福山コンサルタント (〒101-0033 東京都千代田区神田岩本町4-14 神田平成ビル6階)

施設接触事故は追突事故や車両接触事故と比較して高速域（速度超過）で発生することが多いため、重大事故化しやすく、事故多発箇所に対しては優先的かつ迅速な対応が必要である。

本検討は、首都高速道路全線の交通事故を対象に、降水量と事故発生確率の関係性や、施設接触事故と関連性の高い路面湿潤状態の継続状況について基礎的な分析を実施し、利用者への注意喚起のための指標策定の提案を行ったものである。

Key Words : 交通事故, 施設接触事故, 事故率, 安全対策, 気象データ

1. 背景・目的

(1) 首都高速道路における施設接触事故の発生状況及び安全対策

首都高速道路では、前年度の事故多発箇所に対して安全対策を講じることで交通事故件数の削減を図っており、2019年度の総事故件数は9,587件（前年比－313件）と2年連続で10,000件を下回っている。一方で形態別の事故件数をみると、施設接触事故は増加傾向となっている（図-1）。

施設接触事故は、追突事故や車両接触事故と比較して高速域（速度超過）での事故が多く（図-2）、他の事故形態と比較して重大事故の割合が大きいという特徴がある（図-3）ため、他の事故多発箇所と比較して優先的かつ迅速な対応が求められる。また、これまでの知見より、施設接触事故件数（事故率）は降水時（路面湿潤時）に発生しやすくなることが明らかとなっている（図-4）ことから、施設接触事故は路面の劣化に伴う摩擦係数の減少に加え、降水によって路面が滑りやすくなった状態で高速域の車両が走行した際に発生しやすいものと考えられている。そのため、首都高速道路（株）では事故が多発・増加した箇所に対して路面摩擦係数の向上を目的とした舗装打換や速度抑制策等を実施している。

一方で、施設接触事故の第一当事者は規制速度以上の速度で走行している車両も散見されていることから、事故多発地点マップの公開や雨天時の事故リスクの啓発等、利用者への注意喚起も合わせて実施している。

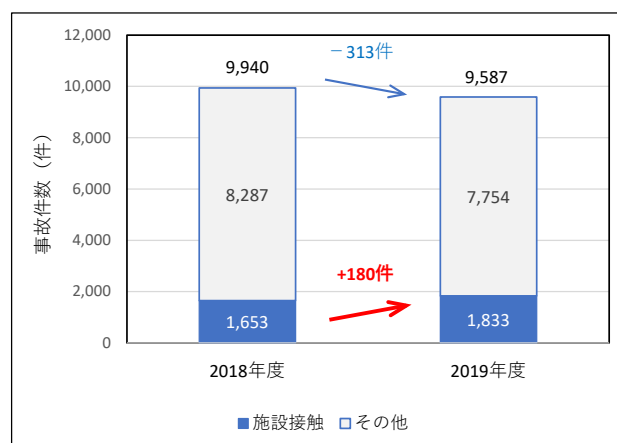


図-1 首都高速道路の交通事故件数

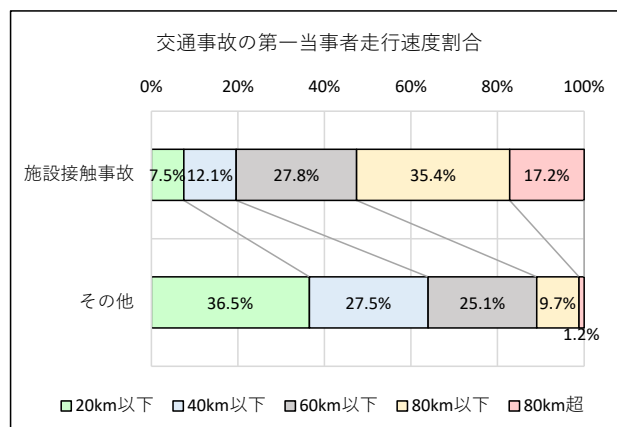


図-2 交通事故第一当事者の走行速度割合

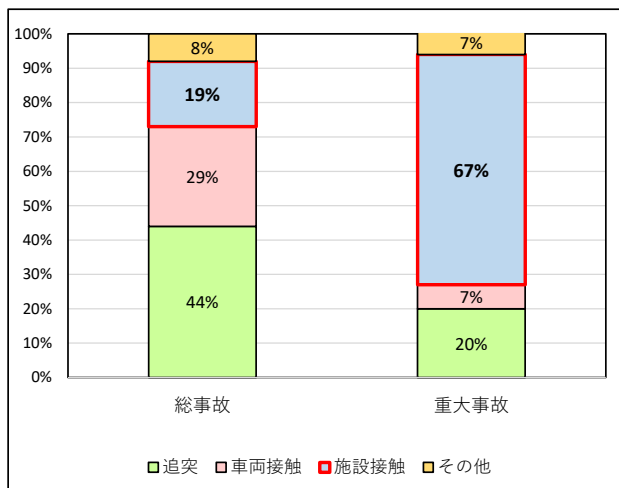


図-3 重大事故の形態別割合

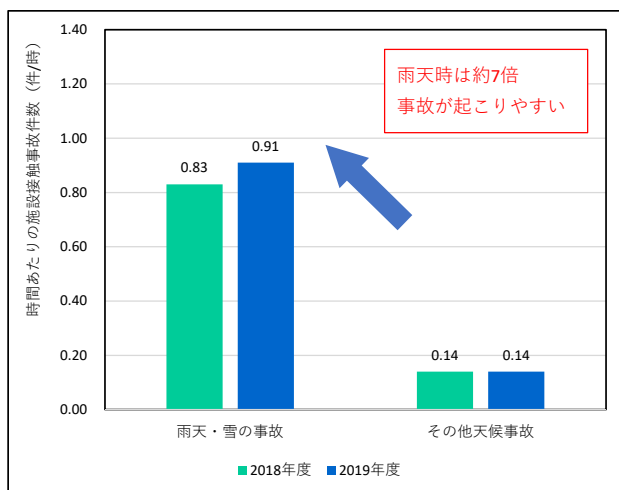


図-4 時間あたり施設接触事故件数

(2) 新たな施設接触事故対策

利用者の安全・安心な走行を確保するためには、事故率を一定値以下に維持することが望ましい。そのための方策は表-1に示すとおり、道路管理者だけでなく、利用者の自発的な注意や自動車メーカーによる技術革新等、様々なアプローチが考えられる。

道路管理者による施設接触事故の発生確率抑制については、路面摩擦係数やヒヤリハットの定期的なモニタリングにより、危険箇所を事前に察知し、事故が増加する前に適切な対策を講じることが望ましい。しかし、調査・分析コストや対策のための指標策定等、実現に向けた障壁は数多く存在するため、現状ではこれらの対応は難しいと考えられる。

表-1 新たな施設接触事故抑制案

番号	施設接触事故リスク削減案	主体	内容
1	路面劣化状況の定期的なモニタリング	道路管理者	路面劣化を事前に察知し、適切な対策を行う
2	ヒヤリハットのモニタリング		ヒヤリハット増加箇所に対し、適切な対策を行う
3	利用者への事故危険性アラート	道路管理者・ドライバー	危険箇所での速度抑制等を注意喚起する
4	自動運転技術の導入	自動車メーカー	ACC、LDW、DMなど

そこで、2019年度業務における取組みとして、首都高速道路（株）が提供しているスマートフォンアプリ『mew-ti』を用いて、ルート検索時（あるいは利用者の使用頻度が高い経路上）の事故危険箇所を事前にアラートし、速度抑制を主とした注意喚起を発信することを目標とした検討を行った。

(3) 携帯端末アプリでの注意喚起における課題

利用者の注意を高めるためには、対象となる地点だけでなく、可能な限り時間帯も限定した注意喚起の発信をすることが望ましい。そのためには、天候の変化による事故率の上昇・低下についても適切に捉えることが課題である。しかし、降水と事故発生確率の相関はこれまで漠然と認識されつつも、雨量や降水継続時間等により事故率がどの程度上昇するか等、具体的な知見は得られていなかった。また、施設接触事故増加の直接的な要因と考えられている“路面湿潤状態”についても、降水後どの程度継続するか等、不明な点が多い状況であった。

そこで本検討では、降水時における形態別事故注意喚起の発信・停止タイミングを決定するための基礎的な指標を策定することを目的とし、降水状況・路面状態・事故率の関係性について分析を行った。

2. 気象データと事故調書データベースを活用した降水時の事故リスク分析

(1) 分析に使用するデータ

本分析では、2014年4月から2019年9月に首都高速道路上で発生した交通事故を対象とし、事故調書データから、事故発生日時、事故形態、路面状態、道路構造を分析条件として適用した。

また、降水データに関しては、気象庁が公表している10分間降水データを活用することとした。分析に使用したデータは表-2に示す。なお、東京都内には複数の気象観測所が存在しており、分析では、対象箇所にもっとも近い観測所のデータを照合することが望ましいが、本検討では各都道府県の代表である「東京観測所」、「横浜観測所」の2地点データを使用するものとした。対象期間における10分間観測交通量の出現頻度は表-3に示すとおりである。

なお、その他の気象観測所データの地理的な誤差（天候、時間差等）に関する分析・検証結果については、大きな誤差が生じないという結論が得られたため、本紙では割愛する。

表-2 分析に使用したデータ

出典	分析データ	概要
事故調書	事故発生日時及び地点	—
	事故形態	追突／車両接触／施設接触／その他
	事故発生時の路面状態	乾燥／湿潤
	事故発生箇所の道路構造	橋梁／トンネルなど
気象庁天候データ	降水量(mm/10分)	事故発生時点での10分間雨量
	累積降水量(mm)	事故発生時点から過去〇時間の間の累積降水量(1h、3h、6h、12hなど)
	降水後時間(h)	雨が止んでから事故発生までの時間

表-3 10分間降水量観測頻度

10分間 降水量	東京			横浜		
	降水時間 (時間)	構成割合 (%)	降水 構成比 (%)	降水時間 (時間)	構成割合 (%)	降水 構成比 (%)
降水なし	40.892.5	84.8%	-	40613.3	84.2%	-
0～0.5	5,540.0	11.5%	75.5%	5,771.0	12.0%	75.7%
0.5～1	1,256.0	2.6%	17.1%	1,252.7	2.6%	16.4%
1～1.5	276.0	0.6%	3.8%	289.7	0.6%	3.8%
1.5～2	116.3	0.2%	1.6%	120.0	0.2%	1.6%
2～2.5	50.8	0.1%	0.7%	69.3	0.1%	0.9%
2.5～3	30.2	0.1%	0.4%	34.7	0.1%	0.5%
3～3.5	16.2	0.0%	0.2%	21.5	0.0%	0.3%
3.5～4	9.3	0.0%	0.1%	11.3	0.0%	0.1%
4～4.5	7.7	0.0%	0.1%	6.0	0.0%	0.1%
4.5～5	4.8	0.0%	0.1%	4.7	0.0%	0.1%
5～5.5	3.7	0.0%	0.0%	3.5	0.0%	0.0%
5.5～6	1.8	0.0%	0.0%	3.8	0.0%	0.1%
6～6.5	2.5	0.0%	0.0%	3.7	0.0%	0.0%
6.5～7	1.0	0.0%	0.0%	2.2	0.0%	0.0%
7～7.5	1.7	0.0%	0.0%	1.7	0.0%	0.0%
7.5～8	0.7	0.0%	0.0%	1.2	0.0%	0.0%
8～8.5	1.0	0.0%	0.0%	1.0	0.0%	0.0%
8.5～9	0.5	0.0%	0.0%	0.5	0.0%	0.0%
9～9.5	0.7	0.0%	0.0%	0.8	0.0%	0.0%
9.5～10	0.3	0.0%	0.0%	0.3	0.0%	0.0%
10mm以上	14.0	0.0%	0.2%	19.0	0.0%	0.2%
合計	48216.0	100.0%	100.0%	48216.0	100.0%	100.0%

※集計対象：2014年4月～2019年9月

(2) 路面湿潤状態の継続時間分析

雨が止んだ後の路面状態（湿潤状態の継続時間）を把握するため、路面湿潤状態で発生した交通事故を対象に、降水後経過時間（雨が止んでからn分）と事故件数の関係性を整理した（図-5）。

路面湿潤状態での事故は、約75%～80%が降水時に発生しており、雨が止んだ後1時間以内に発生した事故を含めると全体の約90%を占めている。この傾向は、形態別事故においても同様の傾向であった（本紙では割愛）。したがって、路面湿潤状態は降水後約60分前後で乾燥状態になるものと推察される。

また、同様の分析を道路構造別に分類して集計した（図-6）。道路構造別の路面状況を見ると、掘割やトンネル部においても路面湿潤事故は発生しているが、高架部等と比較すると路面乾燥状態になるまでの時間が短いものと推察される。

(3) 降水量と事故発生確率

降水時の注意喚起基準策定のため、事故発生時の降水量と事故発生確率（1時間当たり事故発生件数）の関係性について、事故形態別に整理した（図-7）。

施設接触事故は降水により路面が湿潤状態となることで事故発生確率が上昇するが、降水量0.0mm～3.0mmの間では事故発生確率はほぼ一定である。

この定量的な特徴は、施設接触事故の発生確率が、降水の有無、即ち路面状態が湿潤か否かによって大きく変動すること示しているものと考えられる。

また、降水量が4.0mm以上になると、降水量が多くなるにつれ事故発生確率が上昇する傾向が見られる。これは施設接触事故に限らず、全事故に共通する特徴である。

なお、単位時間を10分から1時間、3時間とした場合も、一定以上の降水量となった場合に事故発生確率が上昇する傾向は同じであるが、単位時間を長く設定すると、降水量が多い範囲で傾向にばらつきが見られる（グラフは表-4に記載）。

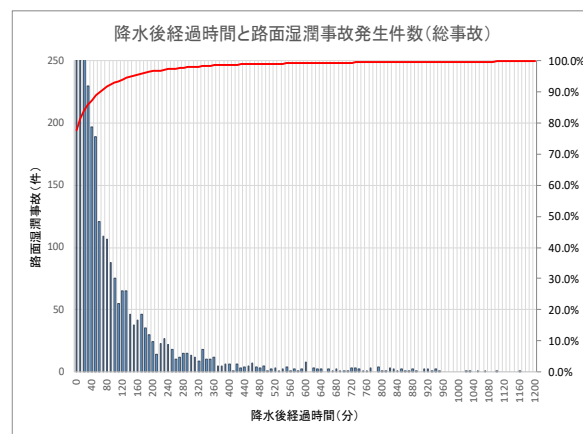


図-5 降水後時間と路面湿潤事故件数

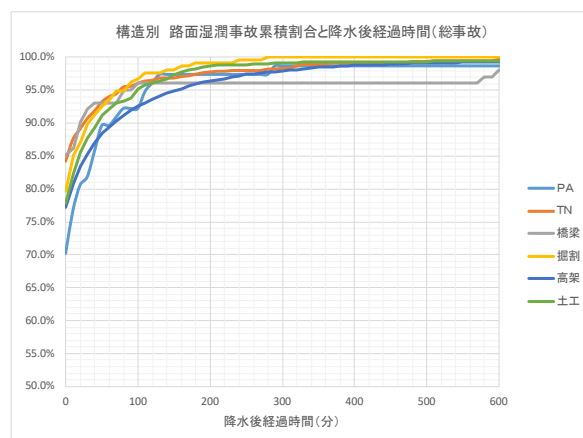


図-6 降水後時間と路面湿潤事故

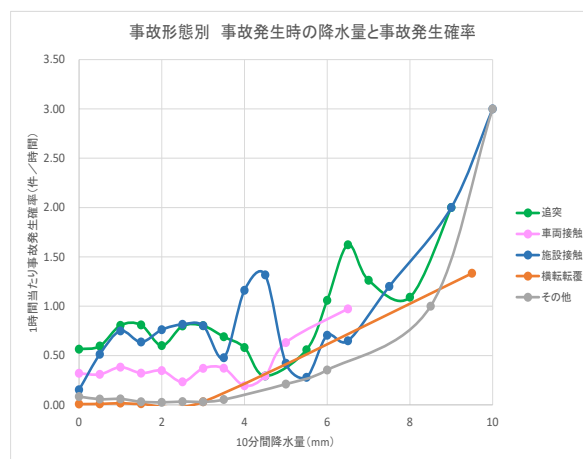


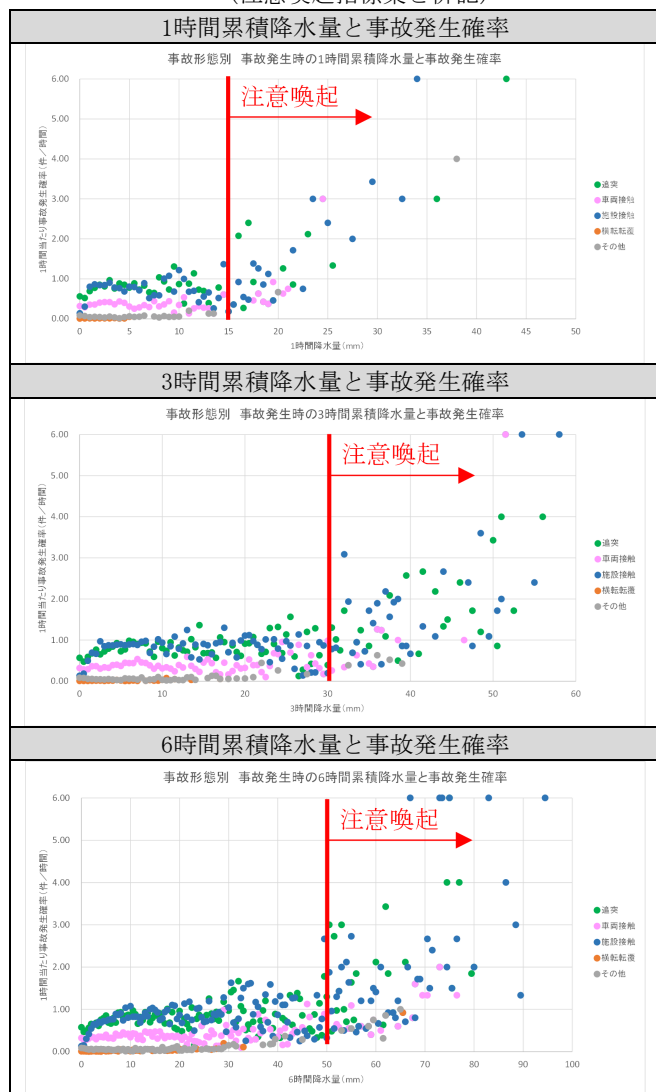
図-7 事故発生時降水量と形態別事故発生確率

3. 安全対策（注意喚起）に向けた方針策定

(1) 全事故を対象とした降水時の注意喚起基準

単位時間当たりの降水量と事故発生確率より、累積降水量が1時間当たり15mm以上、3時間当たり30mm以上、6時間当たり50mm以上となった場合、いずれの事故形態についても事故発生確率が上昇する傾向にある。そのため、これらの状況が発生した場合は、施設接触事故に限らず注意喚起情報を提供することが望ましい（表-4）。なお、施設接触事故以外の事故形態については、降水の有無による急激な事故率

表-4 累積降水量と事故発生確率
(注意喚起指標案と併記)



の変化が見られないため、基準値を下回った段階で注意喚起を解除してよいと考えられる。

(2) 施設接触事故を対象とした降水時注意喚起基準

施設接触事故率は、前節で示した傾向の他に、(降水量にかかわらず)降水発生時に上昇する傾向がある。これは路面が湿潤状態であるか否かが施設接触事故率の変化に影響を与えているためと考えられる。そのため、施設接触事故に対する注意喚起は、降雨時は常に発信することが望ましい。

注意喚起を解除するタイミングについては、発注者側の意向を取り入れるため、図-8に示す以下の3案を提示した。

- 施設接触事故の50%を包括する時間（事故率が平均値を下回る）：雨が止んだら注意喚起解除
- 施設接触事故の80%を包括する時間：降水後30分経過で注意喚起解除
- 施設接触事故の90%を包括する時間：降水後70分経過で注意喚起解除

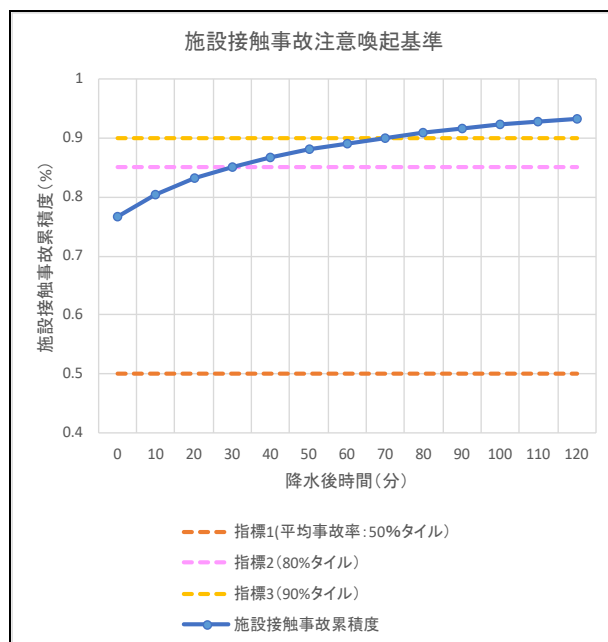


図-8 施設接触事故注意喚起時間の基準

4. おわりに

本分析では、首都高速道路全線の交通事故を対象とし、降水量と事故発生確率の関係性や、施設接触事故と関連性の高い路面湿潤状態の継続状況について基礎的な分析を行った。

提案したアラート時間の指標は、地点や時期を限定しない、最も基礎的な判断基準を想定したものであるが、路面湿潤状態については、箇所別に傾向が異なる（構造的な要因のほか、影や風の条件等）ことや、季節（湿度）によって乾燥状態への移行が早まる可能性も考えられるため、引き続き分析を進めていく必要があると考えている。

本業務内では、現行の安全対策方針や取得可能データを考慮し、分析できる範囲内での指標策定を実施したが、(株)ウェザーニューズ（等の民間企業）が保有している1kmメッシュ天候データの活用や、降雪地帯の国道等に設置されている路面センサーの設置等を提案することで、より精度の高い分析が可能である。

事故リスクの削減という根本的な目的に際しては、自動車メーカーや保険会社が保有している車両挙動や利用者特性に関する事故の知見等を導入することも有効である。特に保険会社は、適切な自動車保険プランの提案のため、独自に契約者に対して位置情報・加速度の計測器を配布しデータ収集をしている企業等も存在するが、道路管理者側がこれらを活用している事例は非常に少ないため、開拓の余地が大きいと考えられる。

また、安全対策実施方針では「交通事故発生件数の削減」だけでなく、事故リスクやヒヤリハットの削減も含めた多角的な削減指標の提案が必要と考えている。