

垂水ジャンクション交通事故多発地点における 事故対策に関する一考察

藤井 彩佳

本州四国連絡高速道路株式会社 神戸管理センター 計画グループ

(〒655-0852 兵庫県神戸市垂水区名谷町549番地)

垂水ジャンクションは、明石海峡大橋の本州側に位置する神戸淡路鳴門自動車道・阪神高速道路5号湾岸（垂水）線（以下、湾岸線という）・第二神明道路北線の結節点であり、日本最大級かつ日本一複雑な形状のジャンクションとも呼ばれており、AランプからJランプまで10のランプがある。中でも湾岸線から明石海峡大橋に向かうCランプは、交通量1万台/日の2車線ランプで約380度方向を転回する構造であり、交通事故が多発していたことから、様々な事故対策を実施してきている。本稿では垂水ジャンクションCランプにおける事故要因の把握を試み、各種交通事故対策の概要と効果について考察を行うものである。

キーワード 高速道路，ランプ，交通事故多発地点，事故対策

1. はじめに

垂水ジャンクション（写真-1）Cランプ（図-1）では、2011年度から2020年度までの10年間で179件の交通事故が発生している。



写真-1 垂水ジャンクション周辺模型

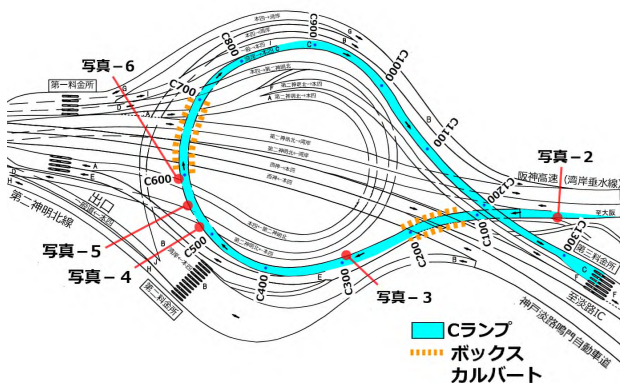


図-1 垂水ジャンクション概略図

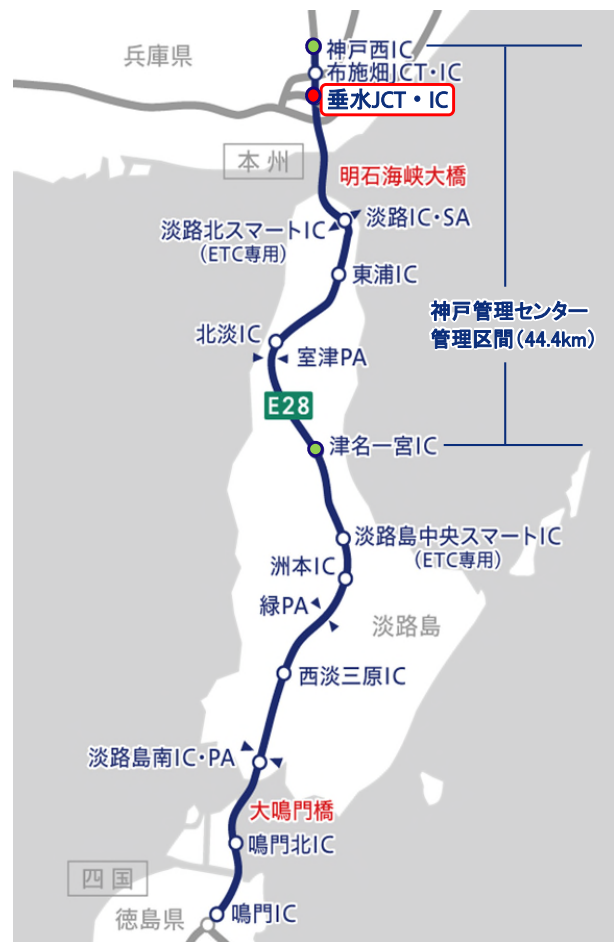


図-2 垂水ジャンクション位置図

これは過去10年間に本四高速（株）神戸管理センター管理区間（図-2）のジャンクション（以下、JCTという）・インターチェンジ（以下、ICという）のランプで発生した交通事故総件数（483件）のうち約4割であり、表-1に示すCランプの延長割合と比較しても事故件数が多いことが分かる。各JCT・ICのランプ別に事故件数を集計した結果を図-3に示す。本稿は垂水ジャンクションCランプにおける事故要因及び各種交通事故対策について考察を行い、近年実施した安全対策について報告するものである。

2. 垂水ジャンクションCランプの概要

当該ランプは、1方向2車線ランプ（ランプ規格A）であり、基本構成については表-2、幅員構成は図-4のとおりとなっている。ランプと神戸淡路鳴門自動車道・第二神明北線交差部付近は、右カーブ155mの単円で下り坂勾配2.8%、上り坂勾配3.5%のサグ部はボックスカルバート構造となっている。

3. Cランプにおける交通事故の概要

これまでにCランプで発生した事故状況を把握するた

表-1 ランプの管理延長

	延長(km)
全ランプ	約35.7
Cランプ	約2.6(7.2%)

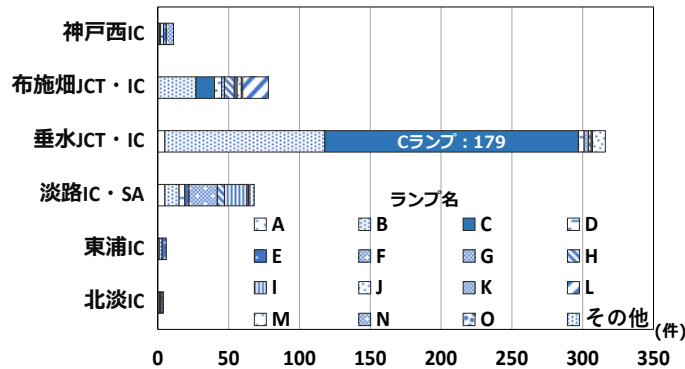


図-3 各JCT・ICランプ別の事故件数

表-2 Cランプ基本構成

延長	1358m
設計速度	50km/h
最小曲線半径	R=155m
曲線部	2.8%下り, 3.5%上り
最急縦断勾配	
横断勾配	8.0%
幅員構成	8.50m(路肩0.75+車線3.5×2+路肩0.75)

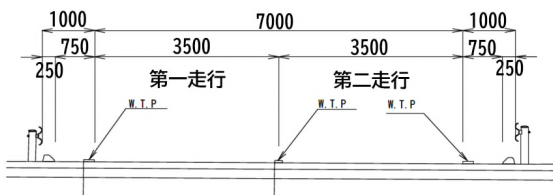


図-4 幅員構成

め、2011年度から2020年度までの10年間の事故調書について、路面状況等の項目別に分類集計を行った。

(1) 年度別事故件数

これまでの事故件数を年度別に集計すると図-5のようになる。2015年度が43件と最も発生件数が多く、各種対策を行った2016年度以降は年間10件程度に推移している。2015年度は前方の事故を回避しようとするなど、副次的に発生した事故5件を除いても38件発生しており事故件数が他年度より多くなっている。なお、年度別事故件数のみ2021年度の事故件数についても集計を行った。

(2) 各項目別事故件数

a) 路面状況

「湿潤A（降雨有り・路面が湿潤状態）」状況下での事故は139件（77.7%）、「湿潤B（降雨無し・路面が湿潤状態）」状況下での事故は21件（11.7%）となり、Cランプで発生した事故の約9割が「湿潤」状況で発生している（図-6）。

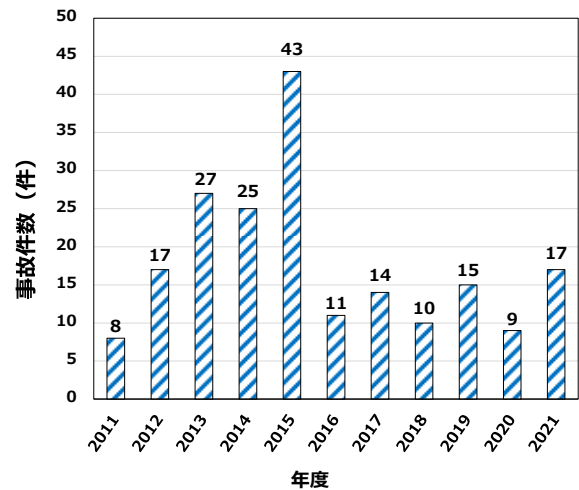


図-5 年度別事故件数

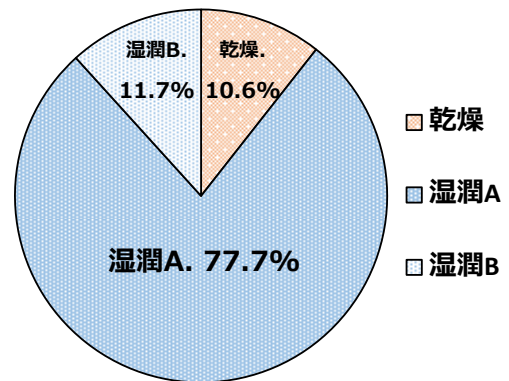


図-6 路面状況別事故件数の割合

b) 類型

類型別事故件数を図-7に示す。「車両単独」での事故が最多で154件（86.0%）、次いで「車両相互」22件（12.3%）である。

c) 違反種別からみる事故原因

次に違反種別ごとに整理した結果は図-8のとおりである。事故原因の半数以上が、「ハンドル操作不適」119件（66.5%）、「速度違反」が22件（12.3%）で約8割である。

(3) 事故前走行位置

先述のとおりCランプは第一走行車線と第二走行車線の2車線ランプであるため事故前の走行位置及び、第一接触位置についても集計を行った。分類は表-3の4分類とし、全事故件数179件のうち、aからdまでの4分類に振り分けることができたのは151件であった。そのうち最も多い組み合わせは、c.第二走行×右路肩で61件（40.4%）、次いでd.第二走行×左路肩47件（31.1%）と事故前に第二走行車線を走行中に発生している車両が7割であり、第一走行車線を走行している車両より事故率が高い傾向がみられた（図-9）。

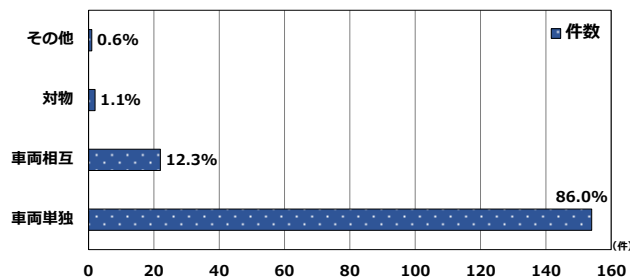


図-7 類型別事故件数

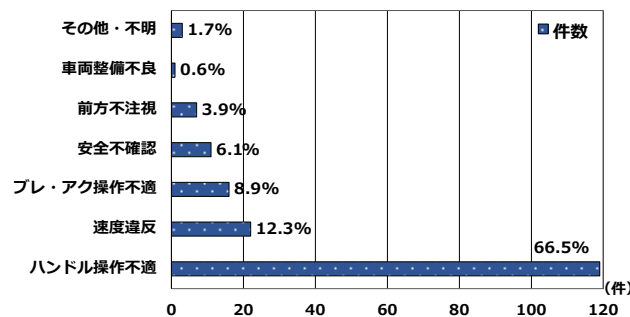


図-8 違反種別別事故件数

表-3 事故前走行位置の分類

		走行車線	
		第一走行	第二走行
接 触 位 置	右路肩	a	c
	左路肩	b	d

(4) まとめ

以上の集計結果から、Cランプで発生する事故の多くは、「路面湿潤」時に「車両単独」で発生していたことが分かった。また事故発生前に第一走行車線よりも第二走行車線を走行している車両の事故率が高いことが分かった。これはCランプの分流・合流箇所や線形が影響していると考えられる。

4. 安全対策とその効果

一般的に交通安全対策は、ハード対策（直接的効果）とソフト対策（間接的効果）に分けられる。高速道路会社が重点的に取り組んでいる安全対策の内容からそれぞれ具体的な内容について整理したものを表-4に示す。

(1) 安全対策の実施状況

2019年度までに実施した安全対策を施工順に整理したものを表-5に示す。Cランプでは、注意喚起を目的に線形誘導標や視線誘導標などの設置を行い、速度抑制対策として大型標識と路面標示を取り入れている。また降雨時の走行改善は2007年度に広範囲に高機能舗装を施工した箇所の劣化を補修した舗装補修年月について記した。

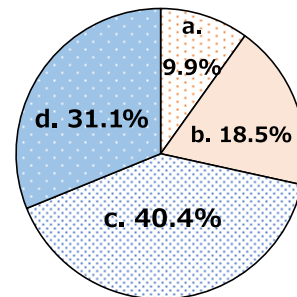


図-9 事故前走行・事故位置別事故件数の割合

表-4 安全対策の分類

安全対策の分類		
ハード 対策	○降雨時の走行改善	・高機能舗装
	○注意喚起	・高輝度レーンマーク ・ランブルストリップス ・反射シート・テープ ・大型注意喚起標識 ・自発光式視線誘導標 ・矢羽根板
	○速度抑制対策	・大型注意喚起標識 ・導流レーンマーク ・薄層舗装
ソフト 対策	○交通情報提供	・広域情報板、休憩施設情報板 ・ハイウェイラジオ
	○ITS技術を利用した安全対策	・逆走防止システム ・ITSスポットサービス ・アイハイウェイ ・メディア放送の活用 ・プローブデータの活用

a) 累計事故件数と安全対策

累計事故件数について整理したものを図-10に示す。この累計事故件数のグラフに、施工内容に対応している表-5の対策No.を重ねている。①から⑤までの曲線部の注意喚起や大型標識のハード対策の目立った効果が見られず2015年度前後に事故が増加している。一原因として2007年度に施工した舗装の経年劣化が考えられた。その後、第一・第二走行ともに高機能舗装の補修（⑥・⑦）が実施された。

2011年度から2015年度上半期頃までと、2015年度下半期から2020年度まででグラフの傾きが大きく変化していることが分かる。このときの変化点に⑥・⑦の「高機能舗装の補修工事」と、⑧「路面標示（減速車線マークの付加，速度落せ）」がある（写真-2）。降雨時の走行改善（高機能舗装の機能回復）と速度抑制（路面標示）を目的として実施した対策が事故抑制に寄与したと考えられる。これはCランプで発生している事故の約9割が「路面湿潤時」に発生し、原因が「速度超過」であることに合致した対策となっていたことが大きく影響していると考えられる。

b) 区間別事故件数の推移と事故対策

次にC300からC1050までの区間において、路面状況が湿潤A・Bに該当する際に発生した事故の発生位置について、事故発生傾向が変化した、2015年度までとそれ以降を上下に分けて記載したグラフを図-11に示す。

さらに、事故発生件数と事故対策区間との関係を示すために、グラフの上部・下部に表-5の対策No.と対策範囲を記載した。なお、高機能舗装補修については矢印で、それ以外は横棒で示している。

事故が増加し始めた2013年度から注意喚起を目的として事故多発地点であったC400からC600の区間に集中して対策が実施された（表-5）、（図-11）。2016年度以降は、それまでの事故多発地点であったC400からC600の区間（以下、第1期事故多発区間という）では事故はほとんど発生しておらず、全体的な事故発生件数も前半の5年間と比較すると減少傾向であったが、新たにC600からC800までの区間が事故多発地点となった（以下、第2期事故多発区間という）。この区間においても対策は実施しているものの、C400からC600の区間とは対策件数や内容は異なっている。

表-5 安全対策の経過と内容

No.	年月	分類	施工内容	位置・区間
①	2013.3	○その他	防護柵の接続部端部処理	C600ボックスカルバート部入口
			防護柵追加設置	C520右側路肩
②	2013.8	○注意喚起	線形誘導標（300×400mm）	C340-C800
③	2013.8	○その他	車線分離標（合流部）	C840-C880
④	2013.8	○速度抑制対策	大型注意喚起標識「急カーブ速度落せ」（2000×3000mm）	C300
⑤	2014.12	○注意喚起	自発光式視線誘導標×7基	C340-C500
⑥	2015.8	○降雨時の走行改善	高機能舗装（第一走行）補修	C316-C590, C700-C860
⑦	2015.9	○降雨時の走行改善	高機能舗装（第二走行）補修	C316-C590, C770-C1007
⑧	2015.9	○速度抑制対策	路面標示（減速車線マーク）	一部を除く全区間
			路面標示「速度落せ」	C20
⑨	2016.3	○注意喚起	路面標示（矢印），高輝度矢印板	C840-C880
⑩	2019.1	○その他	ボックスカルバート内 LED照明更新	C120-C200, C590-C700
⑪	2020.3	○注意喚起	行先補助標識	C60ボックスカルバート部入口，ランプ分岐

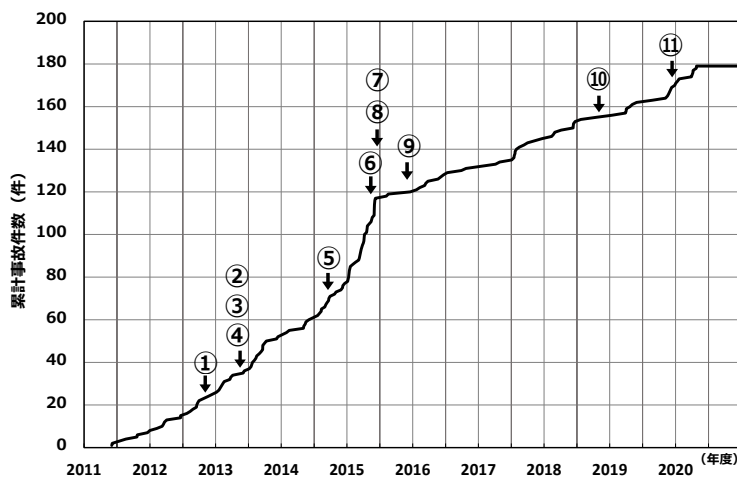


写真-2 湾岸線分岐付近 路面標示（減速車線マーク）・「速度落せ」



図-10 過去10年間の累計事故件数

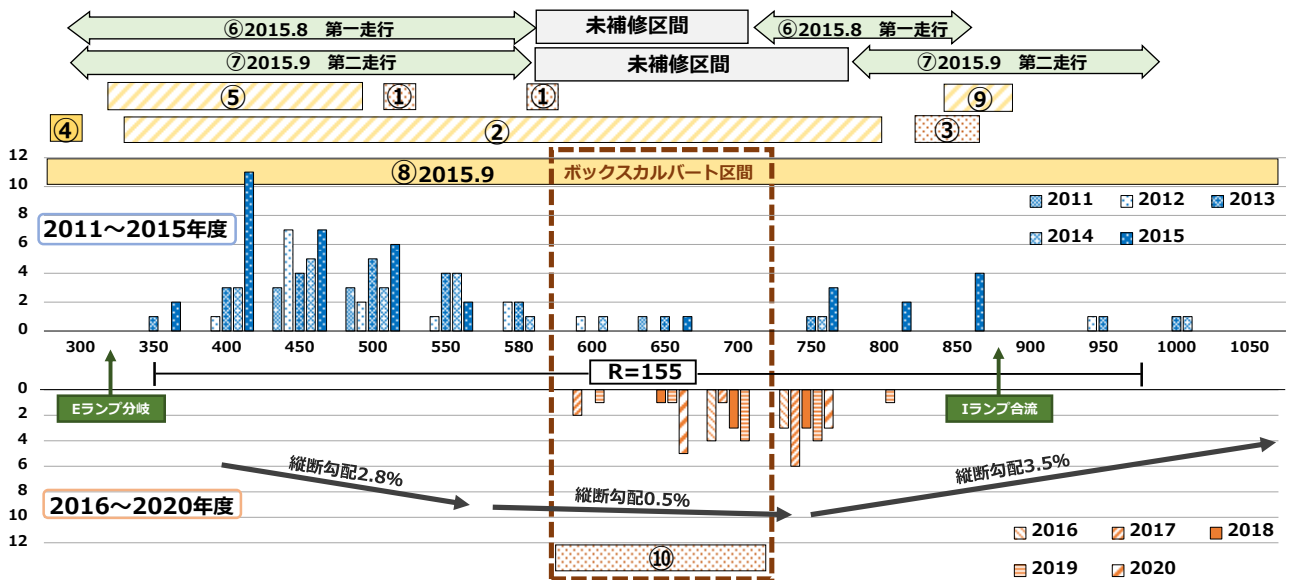


図-11 区間別事故件数と各種対策

特に、⑥・⑦の舗装補修工事以降、実施していない区間に事故が集中していることから、舗装補修工事が事故対策に有効であったと考えられる。また、第2期事故多発区間はボックスカルバート区間でもあることから追加で事故対策の実施を計画した。

c) 横すべり速度の計算

図-11より、舗装補修がなされていない区間での事故が増加傾向であり舗装の機能低下が事故原因の一因と考えられたため事故多発区間のすべり抵抗値等の調査を実施した。

文献²⁾を参考に式(1)にて第二走行車線走行時の条件とすべり抵抗値の実測値から横すべり速度を算出した(表-6)。

$$V = \sqrt{R(127(i+f))} \quad (1)$$

ここでVは速度(kmh)、Rは曲線半径(m)、iは路面の片勾配、fは路面とタイヤの摩擦係数(すべり抵抗値)である。表-6の結果から横すべり速度は規制速度の50kmhを満足していることが確認できた。

表-6 C600とC800における横すべり速度の試算

区間	R(m)	i(%)	f(実測値)	V(km/h)
C600	153.25	8.00	0.269	82.4
C800	153.25	8.00	0.326	88.9

d) 調査検討結果と対策の検討

Cランプは阪神高速本線の第一走行車線から分岐したランプであるため、本線の走行速度が維持された状態で走行速度が速くなっている可能性があることや、R=155mの右カーブと下り坂の線形及び勾配が事故に影響していると考えられる。また、第二走行車線を走行し

ている車両の方が、事故発生前に分流・合流がある第一走行車線よりも速度が出やすいことが事故率が高い原因と考えられる。なお、第1期事故多発区間の事例から舗装の機能劣化が考えられたが前項の「横すべり速度」の計算結果及び路面性状調査の結果は各補修基準を下回っていなかった。

以上のことから2020年度の安全対策は第2期事故多発区間の手前であるC550付近から速度抑制を働きかけることとボックスカルバート区間の線形明示を追加対策⁴⁾として選定した。

(3) 2020年度に実施した対策と効果

過去に発生した事故の傾向などから以下の安全対策①②③を11月に、④を2月に実施した。

①全区間にわたり、減速路面標示が薄くなっていたため再施工を行った。

②「ハンドル操作不適」や「スピード違反」が原因となり事故に発展する車両へのアプローチとして、運転者への道路構造・カーブ線形予告のため、既設の曲線予告大型警戒標識にカーブ延長を追加表示した(写真-3)。カーブ付近には、曲線区間の強調と「速度落せ」の表記を加えた警戒標識の設置を行った(写真-4)。

③第2期事故多発区間手前C580と第2期事故多発区間であるC700の前後区間に、路面湿潤時に走行する車両への注意喚起として「スリップ注意」の警戒標識を設置した(写真-5)。

④C590からC700の区間のボックスカルバート内での事故が近年増加傾向にあることから、壁面貼付式の線形誘導標を設置した(写真-6)。



写真3 C300付近 大型警戒標識



写真4 曲線入口部大型警戒標識



写真5 ボックスカルパート手前下り坂
スリップ注意 (C520からC570)



写真6 ボックスカルパート内 線形誘導標

各種対策を行った結果、2020年度8月から3月末までは事故0件を継続し、減少傾向が見られたが、2021年度は17件事故が発生した。そのうち16件が降雨時に起きた事故であり、第2期事故多発区間での事故が約8割（12件）を占めていることから、更なる安全対策（未補修区間の舗装補修、減速路面標示、ソフト対策）の実施に向けて計画を進めることとした。

5. おわりに

垂水ジャンクションCランプでは、過去に事故が多く発生していたが、2012年度から2020年度まで「高機能舗装の補修」や「大型警戒標識・線形誘導標の設置」など様々な安全対策が実施され、年平均10件程度まで減少してきた。2021年度に17件の事故が発生したことにより、これまでの事故傾向や対策の検討結果から、ボックスカルパート区間を含む第2期事故多発区間の舗装補修工事を2022年度に実施することが決定した。本区間の施工は

2022年9月下旬に完了しており、経過観察を行っているところである。

またCランプでの実績をもとに、その他のランプについても分析を行い事故の傾向に合わせた安全対策の実施を進めていく計画である。

今後も本四道路を利用されるお客様に安全・安心・快適な道路環境を提供するために必要な安全対策の実施を進めたい。

参考文献

- 1) 公益財団法人高速道路調査会 高速道路クオリティ研究部会：高速道路における自動運転に関する研究，pp.23-31，2019.3
- 2) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，pp.314-323，2015.6
- 3) 日本道路協会：道路維持修繕要綱，pp.68-69，1982.7
- 4) 石田眞二，松田泰明：カーブ区間における線形誘導標示板がドライバーの視線挙動に与える影響，交通工学論文集，第6巻，第1号：第6巻，第1号，pp.1-10，2020.1