

中之島 JCT 合流形状改良に伴う 新たな効果検証と考える追加対策

山口 樹¹・河本 一郎²・佐藤 大地³・西 剛広⁴・橋本 申⁵
牛場 高志⁶・阿部 敦⁷

¹正会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通技術課 (〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 3-2-4)
E-mail: yamaguchi-itsuki@hanshin-exp.co.jp

²非会員 阪神高速道路株式会社 計画部調査課 (〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 3-2-4)
E-mail: ichiro-komoto@hanshin-exp.co.jp

³非会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通技術課 (〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 3-2-4)
E-mail: daichi-sato@hanshin-exp.co.jp

⁴非会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪府大阪市北区中之島 3-3-23)
E-mail: takehiro-nishi@hanshin-tech.co.jp

⁵非会員 地域未来研究所 (〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島 1-5-17 堂島グランドビル 2階)
E-mail: hashimoto@refrec.jp

⁶非会員 株式会社ニュージェック 道路グループ (〒531-0074 大阪府大阪市北区本庄東 1-1-10)
E-mail: ushibatk@newjec.co.jp

⁷非会員 オムロンソーシャルソリューションズ株式会社 社会ソリューション事業本部交通事業統括部
(〒553-0003 大阪市福島区福島 3-14-24)
E-mail: atsushi.abe@omron.com

本稿は、2020年11月に阪神高速道路1号環状線南行き(梅田→夕陽丘)の区間を通行止めすることで実施した大規模修繕工事のうち、1号環状線中之島JCT合流部の改良に伴う効果検証を行ったものである。

具体的には、阪神高速の各種対策の効果検証として実施されてきた、車両検知器やプローブデータを活用した従来の効果検証を行うとともに、新たな効果検証手法として、「高所から撮影したデータの画像解析」を行うことで、撮影範囲の交通状況を面的に得ることを試行的に行ったものについて報告する。これにより、従来よりも詳細な交通安全対策の評価が可能となり、その結果から今後望ましい効果を得るための対策案について考察する。

また、今回新たな効果検証手法として用いた「高所から撮影したデータの画像解析」の特徴についても報告する。

Key Words: Hanshin Expressway, Nakanoshima JCT, No.1 Loop Route, Image Analysis, Safety Measure, Traffic Situation Monitoring

1. はじめに

(1) 大規模更新・修繕事業

阪神高速道路は、1964年の開通から50年以上が経過し、構造物の老朽化に直面している。また、現在の交通量は1日約70万台におよび、大型車の平均断面交通量は一般道路に比べて約6倍といった過酷な使用状態となっている。そのため、構造物のひび割れや疲労き裂等の損傷が顕著化してきており、2015年度より大規模修繕・更新の事業に着手している。

(2) 環状線南行リニューアル工事の概要と本稿の目的

大阪都心部に位置する最重要路線である1号環状線のリニューアル工事(以下、RN工事という)を2年間に渡り、南行・北行区間を半周ずつ実施することを計画し、2020年度は環状線南行き(梅田→夕陽丘)を対象に通行止めによるRN工事を実施した(図-1(次項に示す))。

環状線は短区間で分合流が連続しており、分岐手前での追突事故や合流後の車両錯綜に伴う接触事故が多発するといった問題点を有している。今回のRN工事では、老朽化の改修だけでなく、より走りやすい道路を目指し

た対策も実施している。本稿では、その対策の一つである、池田線と環状線が合流する中之島 JCT の合流形状の改良を取り上げており、本対策により、交通の整流化と事故削減を期待する。さらに該当箇所を高所から撮影した映像データに対して画像解析を適用することで、整流化対策の評価を実施するとともに、今後望ましい効果を得るための対策案について考察する。

2. 中之島 JCT の合流形状の改良について

(1) 合流形状改良に至った背景

1号環状線における路線別の事故発生状況を見ると、

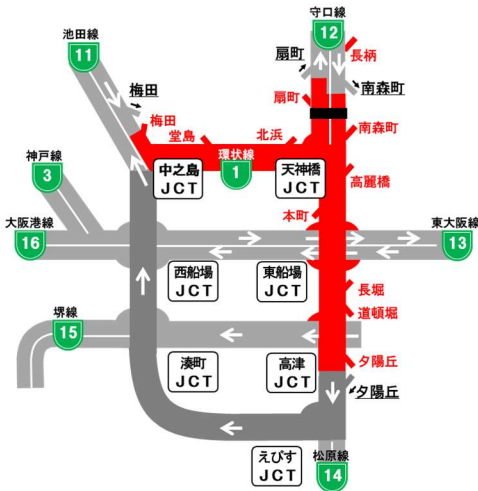


図-1 環状線南行 RN 工事 通行止め区間

表-1 大阪地区の路線別事故件数 (2019 年度)

路線名	1号環状線	2号淀川左岸線	3号神戸線(大阪)	4号湾岸線	5号湾岸線	6号大和川線
事故件数(件)	694(約2割)	39	181	409	121	12
11号池田線	12号守口線	13号東大阪線	14号松原線	15号堺線	16号大阪港線	17号西大阪線
372	178	331	363	183	378	20
大阪地区						3,281



図-2 環状線の事故多発ポイント

大阪地区の約 2 割を占めている(表-1)。環状線では、出入口やジャンクションの分合流が短区間に連続するため、図-2 に示すように分合流間での錯綜に伴う接触事故や、それに伴う追突事故が多発している。したがって、当該区間の事故削減を目的に、中之島 JCT 部の合流形状の改良がなされた。

(2) 合流形状改良による車線移行円滑化

走行性の改善のためには、より合流しやすい区画線形状への改良が必須となる。対策前中之島 JCT 部は図-3 のように、交通量の多い環状線の 2 車線が合流手前で 1 車線に絞られる形状であったため、環状線側での錯綜だけでなく、強引に池田線側へ合流しようとする車両により混雑し、事故が多発する原因と考えられており。対策としては、図-4 のように交通量の多い環状線を 2 車線のまま合流させる形状に変更した。また合流後すぐの車線移行を控えていただきたい区間は、白実線で表示することで円滑な走行を期待した。

3. 整流化対策の評価方針

(1) 評価方法

本稿では、各種の安全対策・交通流整流化対策は車両検知器やプローブデータを活用した従来の評価に加え

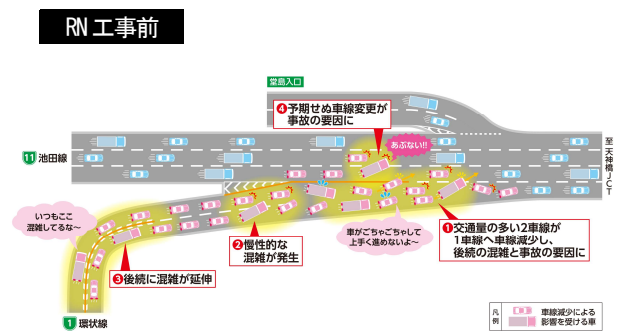


図-3 環状線南行 RN 工事前

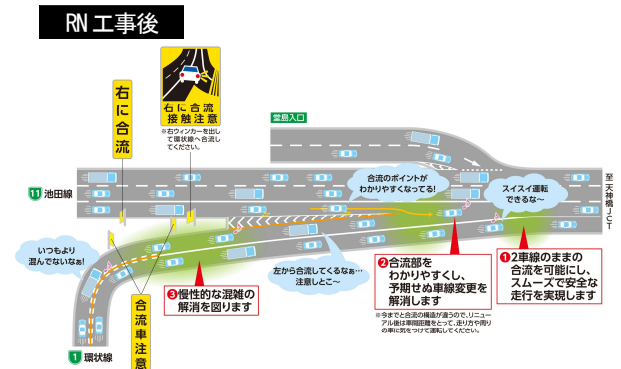


図-4 環状線南行 RN 工事後

て、高所にカメラを設置することで、対策区間全を連続的に撮影し、撮影した映像データに画像解析を施すことで、面的に詳細に交通状況を捉える試みを行うとともに、当該データを用いた効果検証も行った。

(2) 画像解析の概要

本節では、実施した画像解析の概要について記載する。図-5に画像処理のフローを示す。

まずは、表-2に示す条件で高速道路近隣のビルから中之島 JCT を撮影し、対策前の 10 月時点と対策後の 12 月時点である。撮影したカメラの撮影範囲を図-6に示す。

次に撮影データに対して、0.1 秒ごとに切り出した画像中の車両を識別し、軌跡データの作成を行った。車両検出や追跡には機械学習技術を車両検出に活用した。車両検出の精度向上に際しては、検出・追跡の対象となる車両を学習させるための多種多様な車両画像を予め収集しておくことが重要となる。また、検出した車両の車種や車体色を判定することに深層学習技術を活用している。これらの車両情報を用いてカメラ間で同一車両の引き継ぎを実施している。

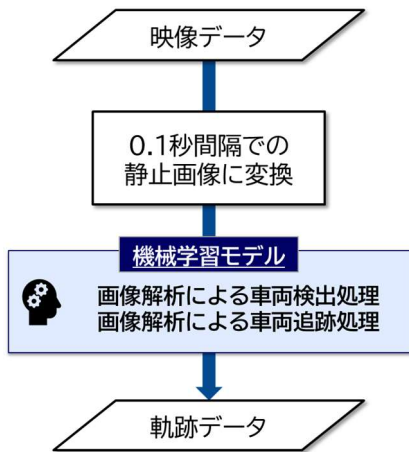


図-5 画像処理フロー

表-2 撮影条件

撮影場所	カメラ設置数	処理画角	撮影日時	データ化範囲
中之島JCT 池田線上りと環状線の合流付近 (ANAクラウンプラザホテル客室より撮影)	4	14	2020年10月30日 8:55~18:05	環状線2.8~3.3kp 池田線入り0.2kp~0.0kp
	3	7	2020年12月4日 8:55~18:03	環状線2.8~3.3kp 池田線入り0.2kp~0.0kp



図-6 撮影範囲

4. 生成したデータの検証

(1) 生成したデータの特徴

a) 交通量及び速度に関する精度検証

交通量の精度検証としては、今回の検証区間に設置された検知器で計測される 5 分間断面交通量と、今回映像データより生成した 5 分間断面交通量を比較することで評価する。

速度の精度検証としては、今回の検証区間に設置された検知器より算出される 5 分間平均速度と、今回映像データより生成した 5 分間平均速度を比較することで評価する。さらに、精度の傾向から今回生成したデータの特徴を整理する。

図-7~9に今回の対象区間に設置されている検知器位置を示す。

交通量の 1 時間毎の比較結果を表-3, 4 に示す。比較は、



図-7 中之島 JCT 合流手前（環状線）における検知器位置

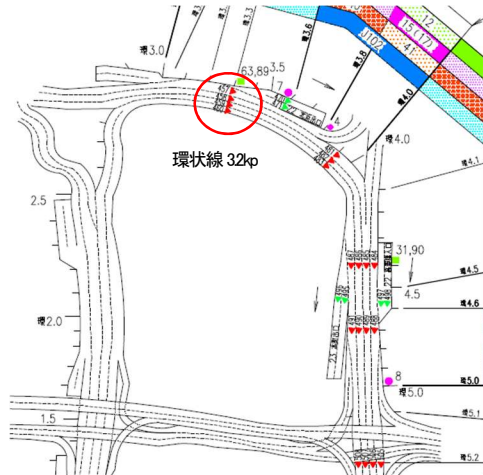


図-8 中之島～天神橋～東船場 JCT における検知器位置

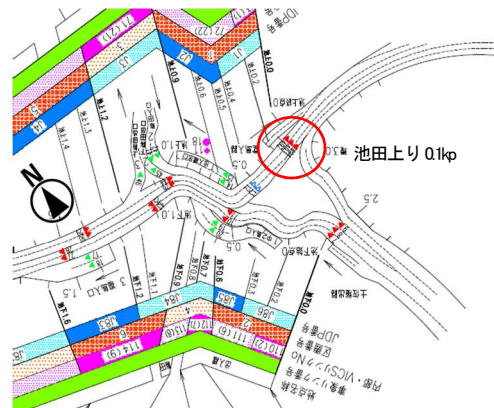


図-9 中之島 JCT 合流手前（池田線）における検知器位置

池田線より 0.1kp 検知器および環状線 3.2kp 検知器における交通量と、検知器設置箇所前後の約 20m の区間内で取得できた軌跡の数を交通量とした。ただし、環状線 3.2kp 検知器は撮影範囲外に位置しているため、そこから約 100m 離れた地点における軌跡の数と比較を行った。

多くの時間帯で取得率が 90% を超えており、全体としておよそ 8~9 割程度の車両を捉えることができている。一方で、主に午前中を中心に取得率が低下しており、なんらかの日照条件がデータの取得に影響している可能性がある。また、10月30日の環状線 3.2kp の夕方頃、12月4日の池田線より 17 時台のように、片方の日のみ極端に取得率が落ちているものはカメラの設置状況などの撮影条件が影響していた可能性がある。

車線別の交通量について比較したものを表-5, 6 に示す。カメラ設置地点からみて手前側にある車線ほど取得率が低く、奥側にある車線ほど高くなっている傾向が見られる。

全体の傾向として画像から検出した車両の方が少ない結果となっており、原因を確認すると撮影の際の光の反射や窓の映り込み等により取得率が低下する事例が見ら

れたため、昼の学習データとは別に夕方・夜用の学習データを準備することで回避できる可能性がある。

中之島 JCT 付近における 1 時間毎の速度を比較した結果を表-7, 8 に示す。なお、映像データにおける平均速度は、軌跡を取得できた車両のうち、最も検知器に近い箇所の速度を平均した。多くの時間帯で、平均速度はおおむね同程度となっているといえる。表 9-12 に示すように車線別に見ると、奥側の車線ほど速度が遅くなっているなど、時間帯や車線によって増減が偏っている傾向が見られる。また、環状線 3.2kp ではデータ範囲と検知器の位置が異なっているため、大きな差が生じている。

表-7 中之島 JCT 10 月 30 日の平均速度 (単位: km/h)

時間帯	池田線より 0.1kp			環状線 3.2kp		
	映像データ	検知器	差	映像データ	検知器	差
9	18.2	16.3	1.9	39	40.9	-1.9
10	24	23.1	0.9	44.1	45.8	-1.7
11	49.2	51.1	-1.9	54.6	54.2	0.4
12	39	41	-2	52.3	52.5	-0.2
13	58.5	58.9	-0.4	57	57.2	-0.2
14	48.7	51.9	-3.2	56.1	54.9	1.2
15	37.2	41.2	-4	46.5	47.9	-1.4
16	34.4	37.3	-2.9	44.4	47.2	-2.8
17	18.5	18.2	0.3	35.7	41.8	-6.1

表-8 中之島 JCT 12 月 4 日の平均速度 (単位: km/h)

時間帯	池田線より 0.1kp			環状線 3.2kp		
	映像データ	検知器	差	映像データ	検知器	差
9	24.1	24.3	-0.2	37.8	43.5	-5.7
10	19.9	19.2	0.7	38.1	43	-4.9
11	39.8	40.3	-0.5	49.3	51.4	-2.1
12	29	31.3	-2.3	45	49.1	-4.1
13	39.6	42.8	-3.2	49	51.8	-2.8
14	44.4	46.7	-2.3	49.3	51.7	-2.4
15	32.5	33.4	-0.9	45.9	50	-4.1
16	25.1	27.8	-2.7	41.6	46.8	-5.2
17	21.5	22.8	-1.3	36.9	44.2	-7.3

表-3 中之島 JCT 10 月 30 日の交通量 (単位: 台)

時間帯	池田線より 0.1kp			環状線 3.2kp		
	映像データ	検知器	取得率	映像データ	検知器	取得率
9	2,499	2,982	84%	4,192	5,520	76%
10	2,717	2,937	93%	4,801	5,659	85%
11	2,527	2,675	94%	4,945	5,314	93%
12	2,662	2,854	93%	4,995	5,401	92%
13	2,506	2,775	90%	4,937	5,262	94%
14	2,177	2,385	91%	4,970	5,151	96%
15	2,854	3,009	95%	4,053	5,837	69%
16	2,926	3,068	95%	3,637	6,056	60%
17	2,835	3,014	94%	5,337	5,734	93%
合計	23,703	25,699	92%	41,867	49,934	84%

表-4 中之島 JCT 12 月 4 日の交通量 (単位: 台)

時間帯	池田線より 0.1kp			環状線 3.2kp		
	映像データ	検知器	取得率	映像データ	検知器	取得率
9	2,061	2,893	71%	4,640	5,438	85%
10	2,353	2,944	80%	4,901	5,383	91%
11	2,290	2,618	87%	4,498	5,032	89%
12	2,263	2,830	80%	4,724	5,243	90%
13	2,605	2,917	89%	5,124	5,309	97%
14	2,395	2,599	92%	5,113	5,196	98%
15	2,903	3,025	96%	5,258	5,371	98%
16	2,900	3,014	96%	5,764	5,640	102%
17	1,277	3,005	42%	5,689	5,631	101%
合計	21,047	25,845	81%	45,711	48,243	95%

表-5 中之島 JCT (池田線より 0.1kp) 10 月 30 日の車線別交通量 (単位: 台)

データ	映像データ					検知器					取得率				
	車線	1	2	3	合計	1	2	3	合計	1	2	3	合計		
9時台	983	956	560	2,499	1086	1098	798	2,982	91%	87%	70%	84%			
10時台	746	1127	844	2,717	809	1171	957	2,937	92%	96%	88%	93%			
11時台	480	1052	995	2,527	519	1080	1076	2,675	92%	97%	92%	94%			
12時台	529	1109	1024	2,662	588	1156	1110	2,854	90%	96%	92%	93%			
13時台	422	1051	1033	2,506	510	1119	1146	2,775	83%	94%	90%	90%			
14時台	391	936	850	2,177	476	987	922	2,385	82%	95%	92%	91%			
15時台	580	1199	1075	2,854	659	1226	1124	3,009	88%	98%	96%	95%			
16時台	957	1227	1042	2,926	730	1227	1111	3,068	90%	100%	94%	95%			
17時台	650	1060	785	2,835	1027	1096	891	3,014	96%	97%	88%	94%			

表-6 中之島 JCT (環状線 3.2kp) 10 月 30 日の車線別交通量 (単位: 台)

データ	映像データ					検知器					取得率				
	車線	1	2	3	合計	1	2	3	合計	1	2	3	合計		
9時台	1131	1129	1035	897	4192	1480	1642	1353	1045	5520	76%	69%	76%	86%	
10時台	1239	1324	1160	1048	4871	1511	1675	1379	1064	5659	82%	79%	86%	85%	
11時台	1178	1484	1227	1056	4945	1411	1618	1288	997	5314	83%	92%	95%	106%	
12時台	1170	1447	1292	1086	4995	1421	1644	1322	1014	5401	82%	88%	96%	107%	
13時台	1091	1496	1248	1102	4937	1351	1567	1313	1031	5262	81%	95%	95%	107%	
14時台	1195	1486	1255	1034	4970	1396	1601	1207	947	5151	86%	93%	104%	109%	
15時台	977	1228	992	836	4053	1431	1700	1441	1249	5837	70%	72%	68%	67%	
16時台	959	999	908	871	3637	1585	1725	1474	1272	6056	61%	52%	62%	68%	
17時台	1189	1107	1569	1472	5337	1428	1609	1470	1227	5734	83%	69%	107%	120%	

表-9 中之島 JCT (池田線より 0.1kp) 10 月 30 日の速度 (単位: km/h)

データ	映像データ			検知器			差分					
	車線	1	2	3	合計	1	2	3	合計			
9時台	36.4	18.5	9.6	18.2	36	17.1	9.1	16.3	0.4	1.4	0.5	1.9
10時台	54.4	26.6	14.7	24	53.6	24.2	15.1	23.1	0.8	2.4	-0.4	0.9
11時台	66.1	50.7	42.7	49.2	66.2	50.5	46.5	51.1	-0.1	0.2	-3.8	-1.9
12時台	61.5	42.5	30.5	39	62.2	41.7	34.2	41	-0.7	0.8	-3.7	-2
13時台	67.4	59.3	54.9	58.5	67.2	57.9	56.8	58.9	0.2	1.4	-1.9	-0.4
14時台	66.8	52.7	40.3	48.7	66.5	52.1	46.4	51.9	0.3	0.6	-6.1	-3.2
15時台	60.9	42.2	27.7	37.2	61.2	42.7	33.4	41.2	-0.3	-0.5	-5.7	-4
16時台	59.3	39.6	24.3	34.4	59.6	39.7	28.4	37.3	-0.3	-0.1	-4.1	-2.9
17時台	35.9	19.7	10.9	18.5	37.5	17.6	11.8	18.2	-1.6	2.1	-0.9	0.3

表-10 中之島 JCT (池田線より 0.1kp) 12 月 4 日の速度 (単位: km/h)

データ	映像データ			検知器			差分					
	車線	1	2	3	合計	1	2	3	合計			
9時台	51.3	27.7	12.3	24.1	51.2	26.1	15	24.3	0.1	1.6	-2.7	-1.7
10時台	45.6	18.2	11.2	19.9	44.5	21.3	10.6	19.2	1.1	-3.1	0.6	0.7
11時台	59.7	43.7	29.5	39.8	61.1	43.7	31.5	40.3	-1.4	0	-2	-0.5
12時台	56.1	35.3	18.5	29	57.5	36.4	21.8	31.3	-1.4	-1.1	-3.3	-2.3
13時台	60.7	43.3	30.3	39.6	61.3	43.6	36.1	42.8	-0.6	-0.3	-5.8	-3.2
14時台	62.9	48.5	34.8	44.4	62.1	46.3	41.7	46.7	0.8	2.2	-6.9	-2.3
15時台	60	40.2	21.2	32.5	58.8	38.4	23.3	33.4	1.2	1.8	-2.1	-0.9
16時台	56.7	33.3	14.1	25.1	56.1	32.7	17.7	27.8	0.6	0.6	-3.6	-2.7
17時台	50.3	26.5	11.9	21.5	48.4	24.9	13.7	22.8	1.9	1.6	-1.8	-1.3

表-11 中之島 JCT (環状線 3.2kp) 10 月 30 日の速度 (単位: km/h)

データ	映像データ					検知器					差分				
	車線	1	2	3	合計	1	2	3	合計	1	2	3	合計		
9時台	39.2	34.3	38.8	41.2	39	38.2	37	44.2	49	40.5	41.2	49	43.6	1.2	-1.9
10時台	45.9	39.7	42.5	50.9	44.1	45.3	42	47.3	51.6	45.8	46.6	48.8	47.1	0.6	-2.3
11時台	56.7	50.6	54.1	59.6	54.6	53	51.1	56.7	58.3	54.3	57.9	55.5	54.3	-0.5	-2.6
12時台	54.9	47.8	51.3	57.6	52.7	52.5	47.8	56	58	52.2	54	51.4	51.4	-0.4	-0.4
13時台	60.3	53.3	55.9	60.9	57	57.2	53.4	59.7	60.8	57.3	57.3	57.3	57.3	-0.1	-3.8
14時台	59.1	52.7	54.5	60.8	56.1	55.1	51.2	56.4	59.9	54.2	54.2	54.2	54.2	-1.9	-0.5
15時台	49.4	41.9	45.3	52.8	46.5	47.7	42.9	49.5	54.7	47.9	47.9	47.9	47.9	1.7	-3.1
16時台	47.1	39.3	42.3	50.5	44.4	45.6	42.4	49.5	55	47.2	47.2	47.2	47.2	1.5	-3.1
17時台	32.8	32.2	33.1	42.6	35.3	40.1	37.2	43.8	49.6	41.2	41.2	41.2	41.2	4.3	-5

表-12 中之島 JCT (環状線 3.2kp) 12 月 4 日の速度 (単位: km/h)

データ	映像データ					検知器					差分				
	車線	1	2	3	合計	1	2	3	合計	1	2	3	合計		
9時台	38.6	33.7	37.9	40.8	37.8	40.5	39	50.3	50.7	43.3	1.9	-7	-12.4	-0.9	
10時台	38.6	33.7	37.9	40.8	37.8	40.5	39	50.3	50.7	43.3	1.9	-7	-12.4	-0.9	
11時台	49.8	44.7	49	59.6	49.3	47.9	47.5	58.9	55.4	51.4	1.9	-2.8	-9.9	-2.1	
12時台	46.9	42.2	43.9	54.4	45.4	46.2	44.5	56.2	52.9	49	0.1	-4.3	-12.3	1.5	
13時台	52.1	43.5	48.3	57.7	49	48.3	47.1	59.9	55.9	51.8	0.8	-3.4	-11.4	1.8	
14時台	51	44.1	48.6	58.5	49.3	49	46.6	58.8	58.1	51.7	2	-2.5	-10.2	0.4	
15時台	48.8	39.6	45.5	52.3	45.4	47	44.4	57.9	55.5	54	1.8	-4.8	-12.8	-0.2	
16時台	43.9	36.4	40	49.3	41.6	44.7	44.4	53.1	53.9	46.8	0.5	-5.2	-13.3	-4.6	
17時台	40.1	30.9	34.9	40.8											

b) 車線変更回数に関する精度検証

車線変更台数の比較対象として、2020年10月30日（金）及び2020年12月4日（金）の9時台及び11時台において、50m毎に区間を設定し、車線変更回数を目視観測している。このデータを真値として扱った場合における評価を行うとともに特徴を整理する。

なお、ブロックは図10-12の通り設定している。本稿では、中之島 JCT 合流手前の区間1,2における車線変更回数の比較結果を抜粋して表-13に示す。映像データと実測値では時間帯・箇所を通してばらつきが見られ、回数が多く取得される傾向が見られた。

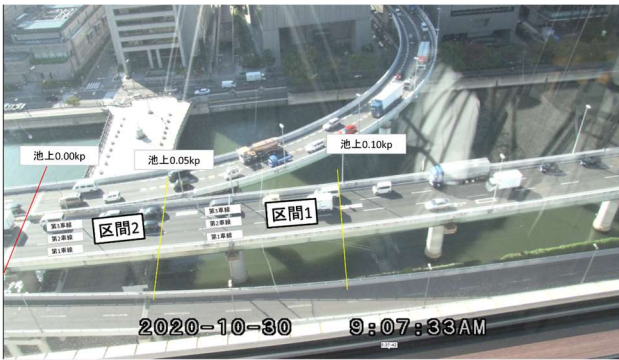


図-10 中之島 JCT 合流部の区間1,2

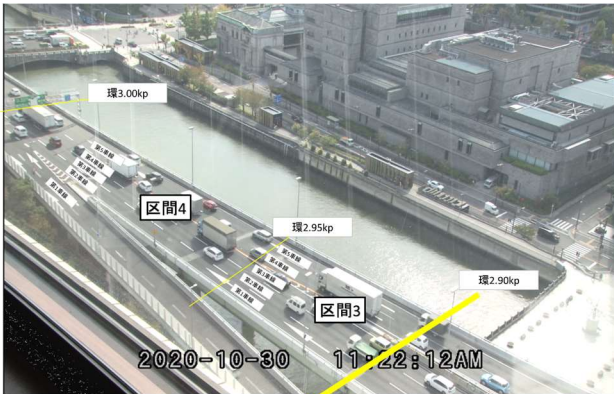


図-11 中之島 JCT 合流部の区間3,4

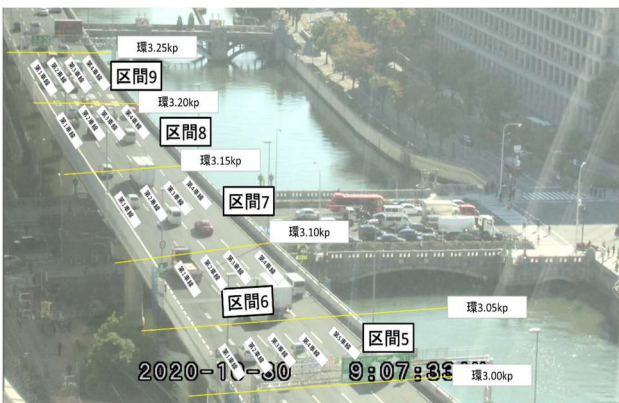


図-12 中之島 JCT 合流部の区間5,6,7,9

c) 車両軌跡に関する精度検証

「対象区間内において途切れずに連続した車両軌跡が得られたか」を検証するため、映像データより一定の区間に連続して存在する軌跡データの数を確認し、検知器データより整理される断面交通量と比較した。

中之島 JCT 付近における、合流部 (2.96kp 付近) から、その先にある最初の検知器 (3.2kp 付近) 間を通して得られる軌跡の台数を代表交通量とし、3.2kp の検知器の交通量と比較を行った。一定の区間を通して軌跡を得ようとした結果、表-14に示すように、半分以上の車両が欠落していることがわかった。この区間の途中には門柱型の案内板が設置されており、そのために車両の軌跡が追えず、途切れてしまっているものと思われる。

d) 精度検証のまとめ

多くの区間・時間帯で交通量の取得率は90%程度、速度の差は±3km/h程度と、ある程度の精度が確保できている。撮影データに一定の有用性が確認できた。ただし、以下のような問題も確認された。

両日の撮影データともに、昼間と比べると朝方・夕方にやや取得率が落ちる傾向が見られた。日没付近の時間帯については、道路が暗くなり画像処理において車両の検知が難しくなったことが原因と考えられる。

車線別の交通量を見た場合、奥側の車線ほど交通量が検知器と比較して多くなる傾向がみられた。

速度については、検知器の値と大きく変わらず、区間によるバラつきも少ないことから、そのまま適用できると考えられる。

車線変更に関しては、目視カウントよりも回数が多くなる傾向が見られた。

表-13 車線変更回数の比較結果

	車線		映像データ		目視カウント	
	変更前	変更後	区間1	区間2	区間1	区間2
9時台	1	2	7	15	6	15
	2	1	5	7	6	1
	2	3	4	15	0	0
	3	2	10	15	3	2
11時台	1	2	9	9	5	2
	2	1	10	39	21	9
	2	3	11	15	5	4
	3	2	31	29	21	18

表-14 車両軌跡の取得率

時間帯	10月30日			12月4日			
	映像データ	検知器	取得率	時間帯	映像データ	検知器	取得率
9	1,441	5,520	26%	9	1,378	5,438	25%
10	2,102	5,659	37%	10	1,662	5,383	31%
11	2,535	5,314	48%	11	1,883	5,032	37%
12	2,681	5,401	50%	12	1,786	5,243	34%
13	2,661	5,262	51%	13	2,279	5,309	43%
14	2,398	5,151	47%	14	2,392	5,196	46%
15	1,623	5,837	28%	15	2,669	5,371	50%
16	1,925	6,056	32%	16	2,959	5,640	52%
17	2,166	5,734	38%	17	534	5,631	9%
合計	19,532	49,934	39%	合計	17,542	48,243	36%

5. 環状線南行の対策検証と追加対策

4 章にて行った精度検証により、映像撮影データに一定の信頼性があることが確認できた。各地点の対策前後それぞれについて、撮影時間帯における速度変動状況から非渋滞時・渋滞遷移時・渋滞時の時間帯を表-15 の通り抽出し、各時間帯の Q・V・K 図、および車線変更状況について整理した。

(1) 非渋滞時

交通量の面では、合流手前で環状線第 1 車線から池田線と合流する車両が増加している (図-13)。

平均速度の面では、合流後の第 4 車線の速度が向上している傾向が見られた (図-14)。

表-15 非渋滞時・渋滞遷移時・渋滞時の各時間帯

	10月30日	12月4日
非渋滞時	12:50~13:05	14:25~14:40
遷移時1	11:55~12:05	15:55~16:05
遷移時2	12:05~12:15	16:05~16:15
渋滞時	10:10~10:30	09:45~10:15

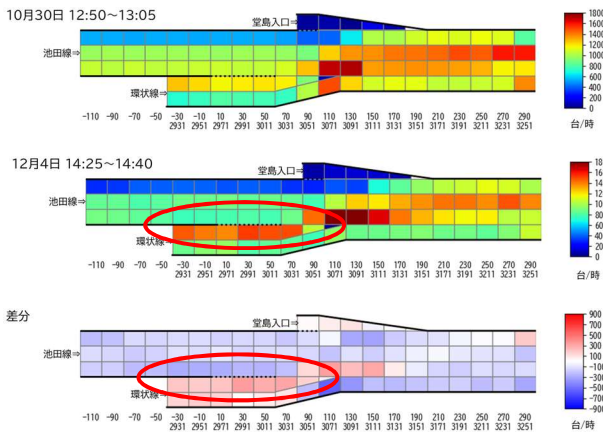


図-13 中之島 JCT 非渋滞時 交通量

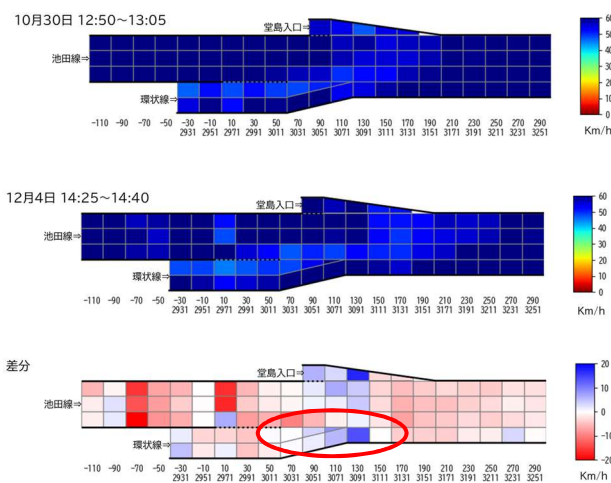


図-14 中之島 JCT 非渋滞時 平均速度

交通密度の面では、合流後の第 3 車線で車線の密度が下がる傾向が見られた (図-15)。

車線変更の面では、左方向については、合流後の車線変更が第 4 車線の利用が減ったことが起因して、第 3 車線に集中している傾向が見られた (図-16)。右方向については、車線減少箇所における右移動が減少した (図-17)。

以上より、非渋滞時においては、以下の状況が生じているものと考えられる。

- ・合流手前の環状線第 1 車線から合流後の第 3 車線へ直結するようになったため、環状線から守口線方面に向かう車両の当該車線利用が増加。
- ・上記に伴い合流後の環状線第 3 車線に利用が集中し、

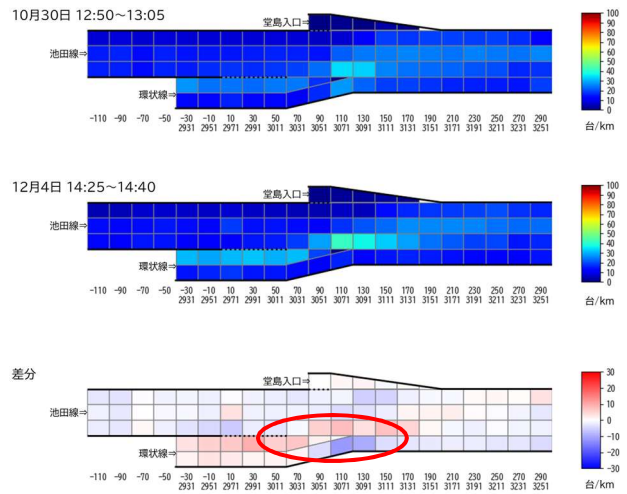


図-15 中之島 JCT 非渋滞時 交通密度

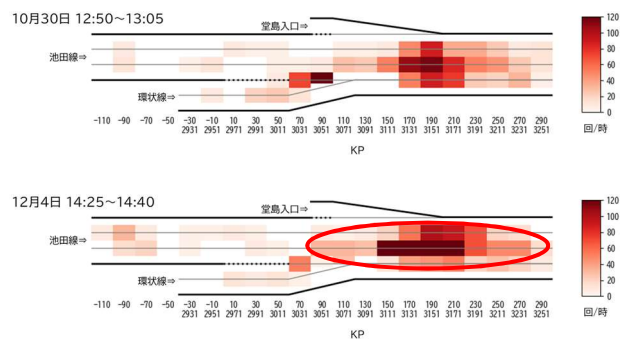


図-16 中之島 JCT 非渋滞時 左方向への車線変更

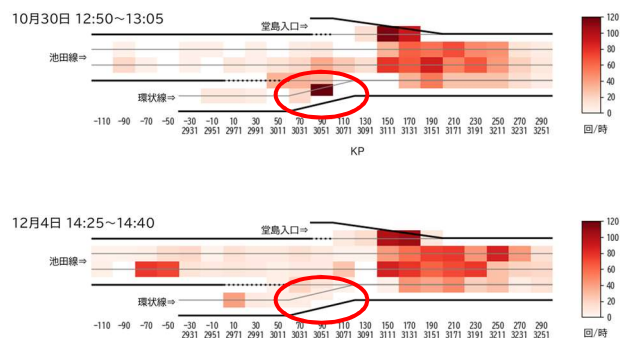


図-17 中之島 JCT 非渋滞時 右方向への車線変更

交通密度の上昇，左への車線変更の集中をもたらし，交通密度が高い状況は渋滞に遷移しやすい状況と言え，車線間の速度差が生じて安全性低下の要因ともなる．また，合流直後の車線変更の集中は車両挙動を不安定化する要因となる．以上より，対策の方向性として，「合流手前環状線における第 2 車線の利用促進による特定車線への集中の緩和」「合流後の車線変更位置の分散（下流側での車線変更の促進）」が考えられる．

(2) 渋滞遷移時 1

交通量の面では，合流手前で環状線第 2 車線を走行する車両が増加している（図-18）．

平均速度の面では，全体的に速度が低下している一方で，合流後の第 4 車線の速度が部分的に向上している状況も見られた（図-19）．

交通密度の面では，合流後の環状線第 3 車線およびそ

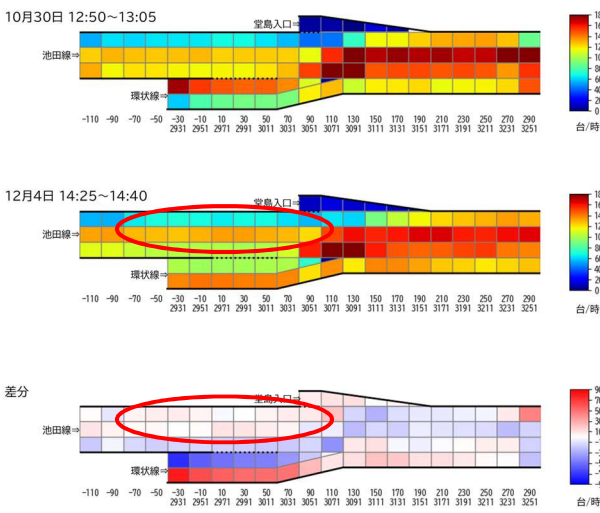


図-18 中之島 JCT 渋滞遷移時 1 交通量

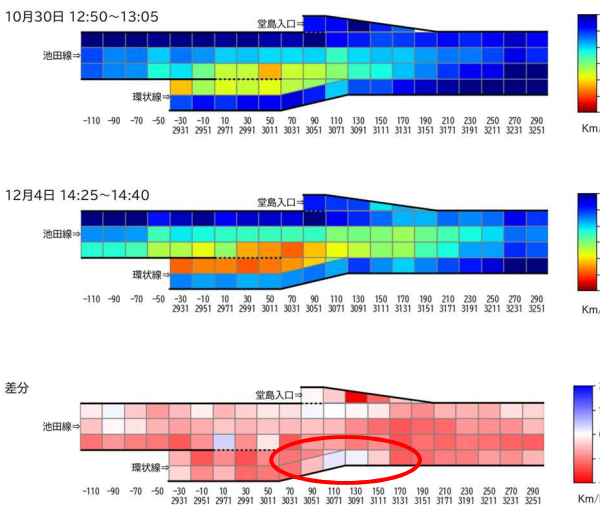


図-19 中之島 JCT 渋滞遷移時 1 平均速度

の上流の密度が上昇している（図-20）．

左方向への車線変更については，合流後の車線変更が第 4 車線から第 3 車線，第 3 車線から第 2 車線に集中している傾向が見られた（図-21）．右方向については，車線減少箇所における右への移動が減少した（図-22）．

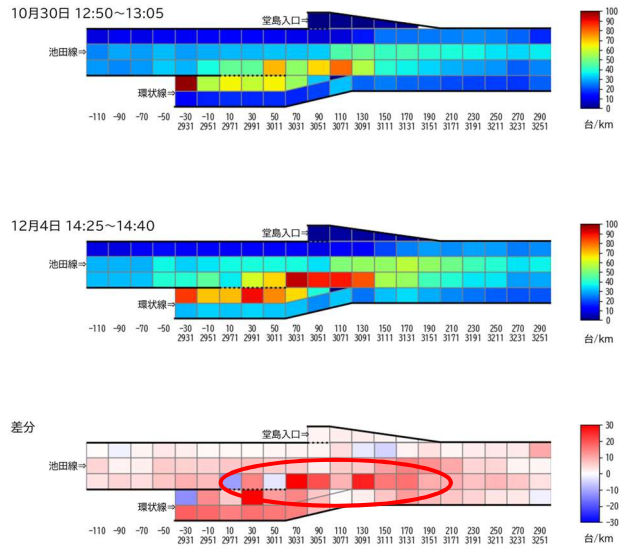


図-20 中之島 JCT 渋滞遷移時 1 交通密度

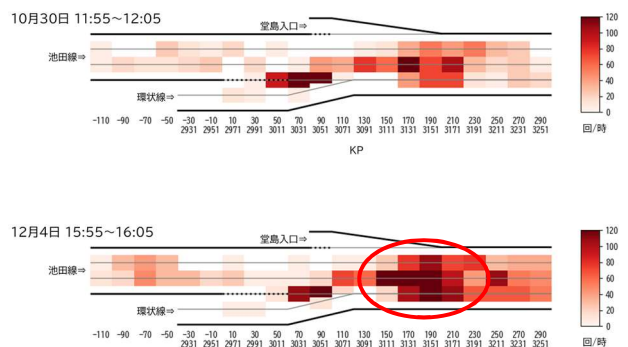


図-21 中之島 JCT 渋滞遷移時 1 左方向への車線変更

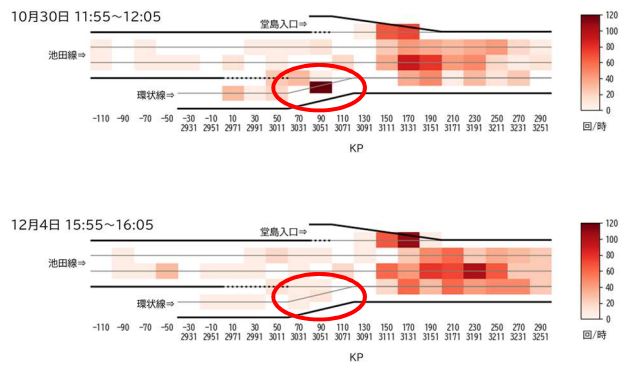


図-22 中之島 JCT 渋滞遷移時 1 右方向への車線変更

以上より、渋滞に遷移し始める段階においては以下の状況が生じているものと考えられる。

- ・合流後の第 3 車線で交通集中により速度が低下し、合流前の環状線第 1 車線、池田線第 3 車線に伝播。
- ・合流手前の環状線では、上記の速度低下を避けて右側の第 2 車線の利用が増加。これに伴い合流直後の第 4 車線の利用も増加（一方、対策前は車線減少箇所合流手前環状線第 1 車線から右へ避走しているため、当該車線の速度低下が対策後よりは小さい）。
- ・合流後の第 4 車線の速度が向上している箇所があるが、上記の避走に伴う挙動の乱れが減少したことによるものと考えられる。

非渋滞時にみられた交通集中が更に進んだ状況であり、対策の方向性としても非渋滞時と同様となるものと考えられる。ただし、「合流後の車線変更位置の分散（下流側での車線変更の促進）」については合流後の第 3 車線だけでなく第 4 車線の通行車両も対象となる。

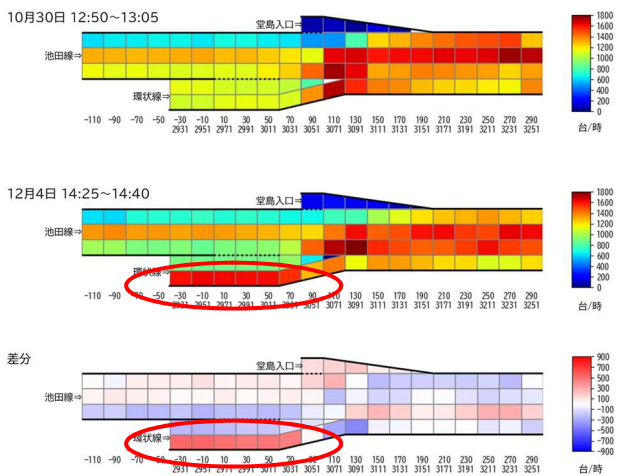


図-23 中之島 JCT 渋滞遷移時 2 交通量

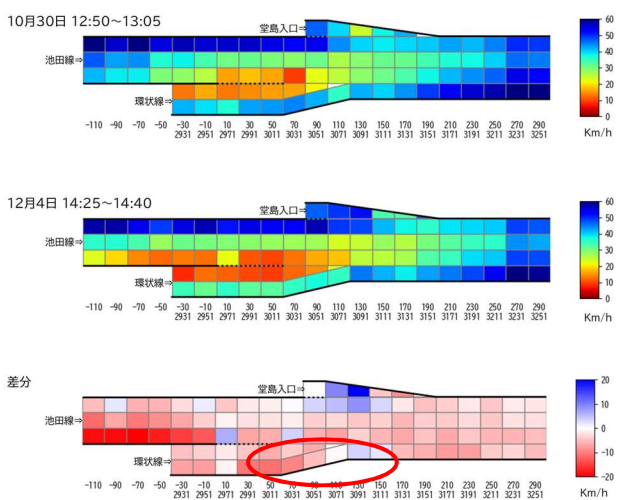


図-24 中之島 JCT 渋滞遷移時 2 平均速度

(3) 渋滞遷移時 2

交通量の面では、合流手前で環状線第 2 車線を走行する車両が増加している（図-23）。

平均速度の面では、合流後の第 4 車線の速度が部分的に向上している傾向が見られた（図-24）。

交通密度の面では、合流後の第 3 車線およびその上流の密度が上昇している（図-25）。

左方向への車線変更については、「遷移時 1」に引き

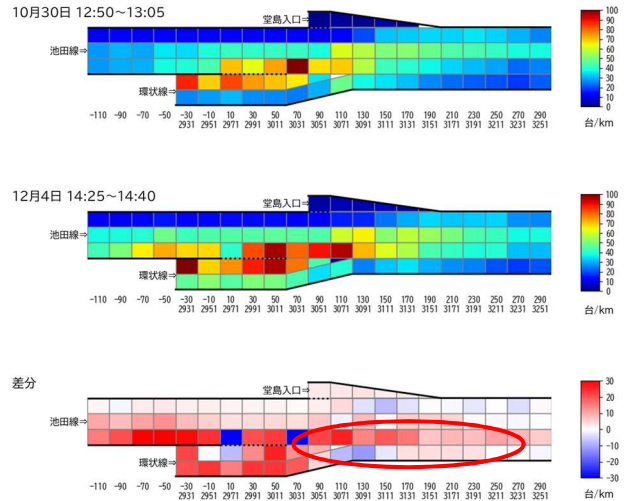


図-25 中之島 JCT 渋滞遷移時 2 交通密度

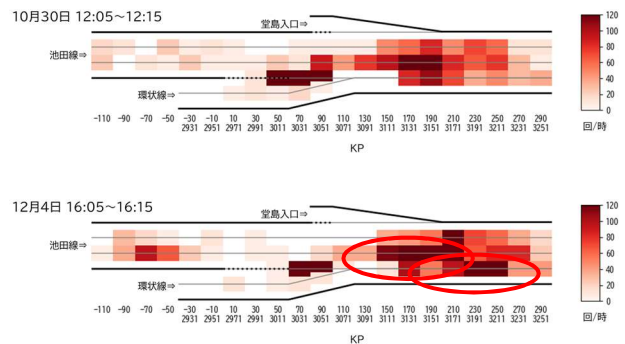


図-26 中之島 JCT 渋滞遷移時 2 左方向への車線変更

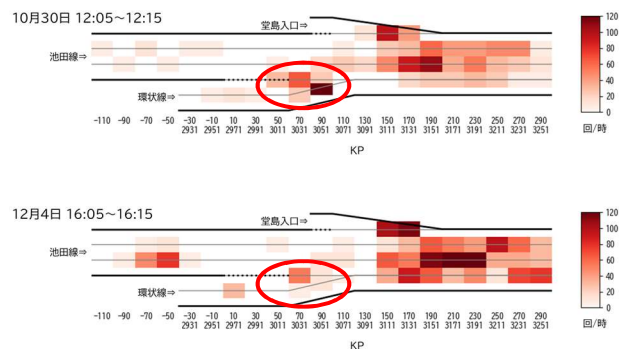


図-27 中之島 JCT 渋滞遷移時 2 右方向への車線変更

続き第 4 車線から第 3 車線，第 3 車線から第 2 車線の車線変更が合流後に集中しているが，「第 4 から第 3 車線の車線変更の集中」は若干下流に移動している傾向が見られた（図-26）．右方向については，車線減少箇所における右への移動が減少した（図-27）．

以上のように，「遷移時 2」は「遷移時 1」と類似した状況であったが，以下の違いが見られる．

- ・合流後の第 3 車線の密度上昇が伝播し，合流前の池田線第 3 車線の密度が上昇している．

- ・合流後の「第 4→第 3 車線の車線変更の集中」が下流に移動しており，速度低下に伴って車線変更を急ぐ心理が緩和された可能性が推察される．

対策の方向性としては，これまでに挙げたものに加えて「合流手前の池田線における第 3 車線の利用抑制」が考えられる．

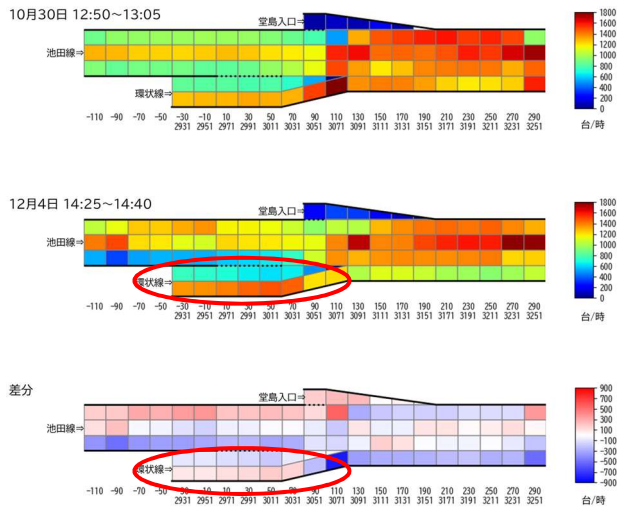


図-28 中之島 JCT 渋滞時 交通量

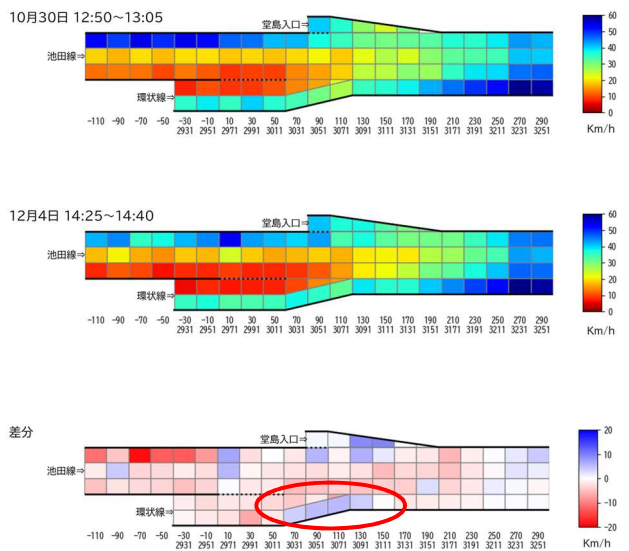


図-29 中之島 JCT 渋滞時 平均速度

(4) 渋滞時

交通量の面では，合流手前で環状線第 2 車線を走行する車両が増加，環状線第 1 車線・池田線第 3 車線を走行する車両が減少している（図-28）．

平均速度の面では，合流手前の速度が低下傾向である一方で，合流後の第 4 車線の速度が部分的に向上している

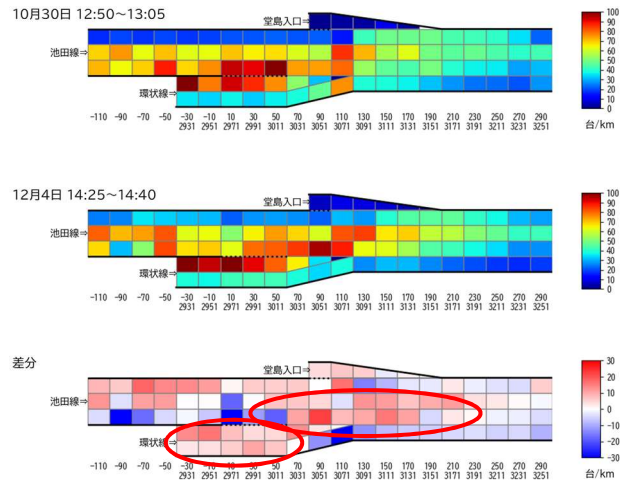


図-30 中之島 JCT 渋滞時 交通密度

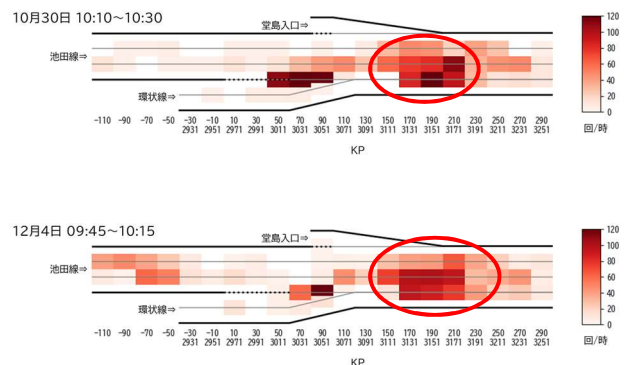


図-31 中之島 JCT 渋滞時 左方向への車線変更

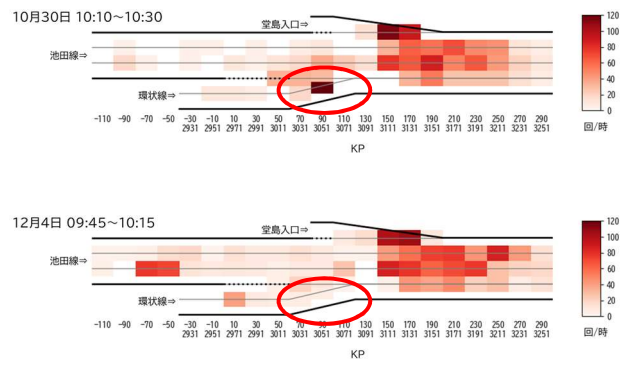


図-32 中之島 JCT 渋滞時 右方向への車線変更

る状況も見られた(図-29)。なお、対策前・対策後ともに「遷移時2」と比較して合流手前環状線第1車線・池田線第2・第3車線において速度が低く、これらの車線における渋滞が上流に伸びる状況となっている。

交通密度の面では、合流後の第2・第3車線や合流手前の環状線で上昇する傾向が見られた(図-30)。

左方向への車線変更については、引き続き合流部で多くなっているものの、やや分散する傾向も見られた(図-31)。右方向については、車線減少箇所における右への移動が減少した(図-32)。

以上より、渋滞時においても合流車線(合流後の第3車線)への集中とその上流の速度低下が顕著であり、非渋滞時・渋滞遷移時の状況の延長線上にある。そのため、対策の方向性も非渋滞時と同様のものが望まれるが、一部車線において渋滞が上流に延伸する状況となるため、加えて「上流側において渋滞への注意喚起・利用車線の分散誘導」が挙げられる。

(5) 対策のまとめ

非渋滞時、遷移時、渋滞時といったように交通状況を分けて合流形状の効果把握を行い、対策の方向性を検討した。いずれの交通状況でも共通するものとしては、「合流手前環状線における第2車線の利用促進による特定車線への集中の緩和」「合流後の車線変更位置の分散(下流側での車線変更の促進)」が挙げられる。

前者について、合流手前の環状線方面から流入する車両はその多くが守口線に向かっており(守口線は左に分岐)、左に分岐する車両に対してできるだけ右側車線を走行していただくよう誘導する必要がある。ドライバーの技量によってはかえって無理な車線変更が生じる可能性があるため、走行動画(環状線第2車線から守口線に走行)を提供し、ドライバーに判断いただくようなソフト的対策が考えられる。また、渋滞時の速度が低下した状況において、レーンライティング等で車線誘導を行うことも考えられる。阪神高速では動的な車線誘導施策の例はないが、今後の検討テーマともなりうる。

後者の具体的な実施方法としては、合流後の車線移行を抑制するための白実線区間を延長することが考えられる。ただし、特定車線に交通集中した状況で車線移行を抑制すると、密度が高い車線から逃げられなくなるため渋滞の発生要因となる恐れがある。そのため、車線集中への対策と組み合わせて実施する必要がある。

渋滞遷移時・渋滞時における対策の方向性として、「合流手前の池田線における第3車線の利用抑制」「上流側において渋滞への注意喚起・利用車線の分散誘導」が挙げられる。前者については「合流手前環状線における第2車線の利用促進による特定車線への集中の緩和」

と同様の考え方となる。

後者については、路面表示や看板による注意喚起や、動的な渋滞情報の提供が考えられる。ただし、特に環状線側は合流・分岐が連続し、ドライバーが様々な判断を続けて行わなければならない区間となっていることから、情報過多とならないよう留意して提供位置・内容を検討する必要がある。

6 おわりに

本稿では、池田線と環状線が合流する中之島JCTの合流形状の改良を取り上げており、該当箇所を高所から撮影した映像データに対して画像解析を適用することで、整流化対策の評価を実施するとともに、今後望ましい効果を得るための対策案について考察した。

今後も安全・安心・快適な道路を提供していき、お客さま満足に努めていきたい。

EFFECT VERIFICATION OF JCT IMPROVEMENT ON HANSHIN EXPRESSWAY
LOOP LINES AND ADDITIONAL MEASURES THAT CAN BE CONSIDERED
FROM THE EFFECT VERIFICATION

Itsuki YAMAGUCHI, Ichiro KOMOTO, Daichi SATO, Takehiro NISHI
Shin HASHIMOTO, Takashi USHIBA, and Atsushi ABE

This report describes the effectiveness verification of the JCT improvement on the ring road of the Hanshin Expressway. The effectiveness verification uses detector and probe car data, but there is nothing novel about this effectiveness verification. The novelty of this report is that it created more detailed traffic data by image analysis of the photographed data. This journal introduces the characteristics of the data produced by this attempt. Furthermore, it presents the verification of the effectiveness of the use of these data and possible additional measures.