

# ラウンドアバウトのエプロン構造の違いによる 車両走行特性に関する実験検討

小林 寛<sup>1</sup>・今田 勝昭<sup>2</sup>・上野 朋弥<sup>3</sup>・高宮 進<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 国土交通省中国地方整備局松江国道事務所（〒690-0017 島根県松江市西津田2丁目6-28）

E-mail: kobayashi-h92qs@mlit.go.jp

<sup>2</sup>非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）

<sup>3</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）

ラウンドアバウトのエプロンは、環道のみでは通行困難な大型車が通行してもよい部分とされている。ラウンドアバウトのメリットの一つとして、通行車両の速度抑制が挙げられるが、ラウンドアバウトを直進する乗用車は、エプロンを踏んで通行した場合、エプロンが環道より中央島側にあることから、直進性が増すこととなり、ラウンドアバウト内における速度の抑制が期待できなくなる。乗用車の速度抑制のためには、エプロンを段差構造とすることが考えられるが、大型車の常時の通行を想定すると、過剰な段差であってはならない。このため、これらを踏まえたエプロンの適切な段差構造の検討が期待される。

そこで、試験道路に構造形式や高さを変化させたエプロンを設置し走行実験を行った。本稿では実験概要を紹介するとともに、走行実験の結果をもとにエプロンの機能を適切に発揮させる構造についての考察を行った。

**Key Words :** roundabout, apron, test run investigation, passenger car, large car

## 1. はじめに

我が国における適切なラウンドアバウトの導入にむけて、平成26年8月に国土交通省道路局から「望ましいラウンドアバウトの構造について」<sup>1)</sup>（以下、「課長通知」という。）が発出され、ラウンドアバウト整備の基本的な考え方が示された。

その中で、ラウンドアバウトの効率的・効果的な導入のための構造として、環道と中央島の間のエプロン構造を設けることとしている（図-1）。エプロンについては、大型車は乗上げ通行可能であるものの、乗用車は速度抑制等のため通行することが好ましくない機能を有する構造部として、新たに提起されている。一方、エプロンの構造については、「利用者がそれを認知できるよう区分する、例えば、段差を設けることが考えられる。」程度の記述にとどまっており、適切なエプロン構造の検討が望まれているところである。

そこで、試験道路において、構造形式や高さを変化させたエプロンを設置し、走行実験を実施した（写真-1）。本稿では実験の概要を紹介するとともに、走行実験の結果を示し、これをもとにエプロンの機能を適切に発揮させる構造についての考察を行った。

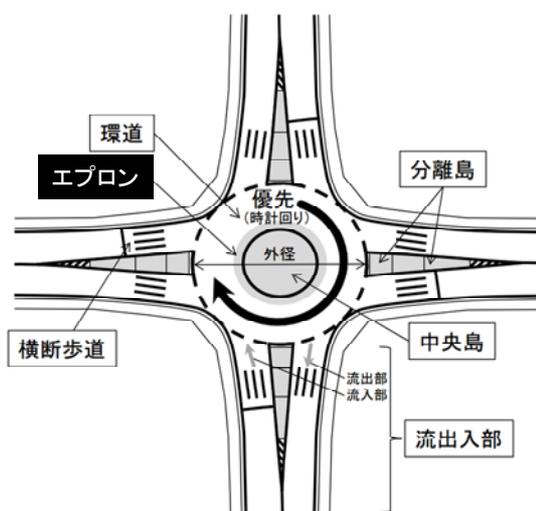


図-1 ラウンドアバウト標準図



写真-1 走行実験の様子

## 2. 走行実験の概要

エプロンの構造に関する走行実験は、(独) 土木研究所寒地土木研究所寒地試験道路(以下、「試験道路」という。)において、平成26年9月と11月の1日ずつ計2日間で実施した。一般の被験者が運転する乗用車及び大型車に、試験道路に設置したエプロンを走行させ、その際の車両挙動(速度や衝撃など)を取得するとともに、走りやすさや安全性等に関する被験者へのアンケート調査を行った。以下に、走行実験に関する実験条件やデータ計測等を示す。

### (1) 実験条件

#### a) エプロン

試験道路に、表-1の断面のとおり、構造形式や高さが端部で異なる、6ケースのエプロンを設置した。エプロンの平面形状については、課長通知に示された外径27m及び4枝(設計車両は普通自動車)のラウンドアバウトにおける幅員構成(図-2)を想定し、中央島径を12m、その周りの路肩を0.5mとして、さらにその周りに1.5mのエプロンが存在するように設計した。今回の走行実験については、試験車両にラウンドアバウトを直進させるため、それを考慮し、各エプロンの設置は、ラウンドアバウト半周分とした。各エプロンは、他のエプロンや試験車両の影響を受けないよう、配置した。

#### b) 試験車両

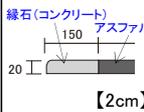
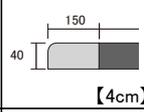
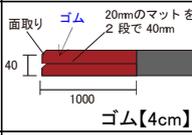
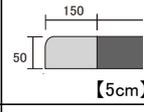
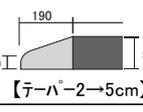
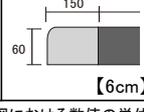
試験車両は、乗用車及び大型車とした。表-2のとおり、乗用車についてはミニバン(車長4.9m、車幅1.8m、排気量2400cc)、セダン(車長4.4m、車幅1.7m、排気量1500cc)、コンパクトカー(車長3.9m、車幅1.7m、排気量1300cc)、軽自動車(車長3.4m、車幅1.5m、排気量700cc)の4車種、大型車については大型バス(車長11.9m、車幅2.5m、排気量8900cc)とした。なお、乗用車については、車種によるサスペンション性能の違いによりエプロンを踏んだ際の衝撃が異なることを想定し、4車種としている。

#### c) 被験者

乗用車の被験者については、年齢の偏りのない20~80才の一般の方で、男女比を同等とし、19名とした。19名は、4車種のうちの1車種(4車種に19名を均等に割り当てた)についての運転者及び同乗者として走行した。なお、同乗者は、エプロンの段差の乗り上げが車両の右側となるため、段差の影響を受けやすい車両の後部座席の右側に乗車した。

大型車の被験者のうち運転者については、20、40、50才台から1名ずつ計3名の男性で、日常的にバスを運転している方とした。大型車の被験者のうち同乗者については、乗用車の被験者からランダムに選んだ3名とした。

表-1 エプロンのケース

材質	コンクリート製		ゴム製
	直角	テーパ付	直角
高さ 2cm	 【2cm】	—	—
高さ 4cm	 【4cm】	—	 ゴム【4cm】
高さ 5cm	 【5cm】	 【テーパー2→5cm】	—
高さ 6cm	 【6cm】	—	—

※表中の図における数値の単位はmm  
※【 】は、ケースの名称とする

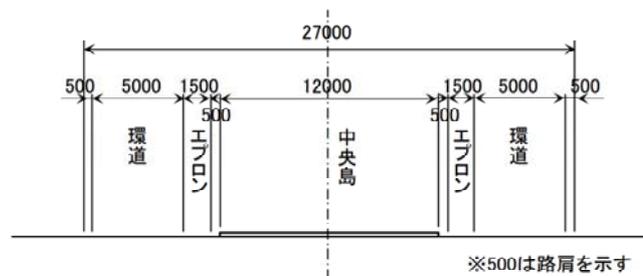


図-2 課長通知に示された幅員構成の目安

表-2 試験車両

乗用車	ミニバン	セダン
		
	コンパクトカー	軽自動車
		
大型車	大型バス	
		

なお、同乗者は、車両の前後方向における中央部の右側の座席に乗車した。

他に、被験者に対し、主に以下の説明を行った。

- ・特段の指示が無い場合、普段通りの速度で通行すること。
- ・ラウンドアバウトのルールは、「環道が優先（環道に車両がいなければ一時停止しなくてよい）で時計回りの一方通行である」であること。

#### d) 走行方法

1度に6ケースのエプロンを走行し、その後にアンケートを回答するとなると、被験者への負担が大きいと想定される。また、エプロンの構造形式や高さの違いをアンケート調査結果に効率的に反映させるため、1度に走行するエプロンのケースは、被験者が比較をしやすいように設定する必要がある。これを踏まえ、被験者は次の2つのルート順で走行することとした。

ルート1：2cm、4cm、5cm、6cm（高さの比較）

ルート2：4cm、ゴム4cm、テーパー2→5cm、5cm

（形状や材質の比較）

なお、各ルートを2回ずつ走行させ、1回目は速度指示ありとし、2回目は速度指示なしとした。速度の指示については、指示ありの場合、エプロン乗り上げ時に、乗用車は20km/h、大型車は10km/hとなるように指示した。速度の指示なしの場合は、速度指示ありの衝撃を踏まえて各々で自由な速度で走行するよう指示した。アンケートについては、各ルートにおいて1回の走行が終了する毎に実施し、速度の指示ありとなしの両方のデータを取得した。

各エプロンの走行の開始位置は、各エプロンにおける環道流入線の手前20mの地点で統一した。詳細な走行位置については、図-3のとおり、ラウンドアバウトを直進し、直進を急ぐ乗用車がエプロンを踏むことを想定したものとした。さらに、車両からのエプロンへの進入角度及び降下時の角度の統一を図るため、走行位置の誘導について、図-3の走行位置を写真-2のとおり明示するような誘導線を設け、それを跨ぐように走行するよう被験者に指示した。なお、大型車については、環道及びエプロンの概ねを使用し通行する必要があるため、当該誘導線に従わなくてもよいものとした。

## (2) データ計測等

### a) 車両挙動

速度や加速度などの車両挙動については、ドライブレコーダ（CASTRADE社製CJ-DR450）により取得した。乗用車のドライブレコーダは、各車両における助手席の足下に設置した。大型車のドライブレコーダは、運転手の後部座席の足下に設置した。

後述する車両挙動の評価にあたっては、エプロン乗り



図-3 直進時の走行位置



写真-2 誘導線（写真中の黄色線）※流入部から撮影

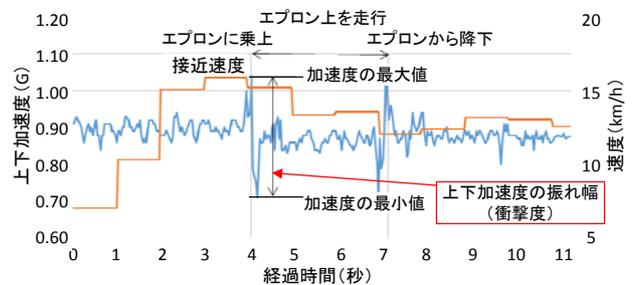


図-4 上下加速度の振れ幅（衝撃度）

上げ時の速度と上下加速度の振れ幅（衝撃度）を用いることとした。エプロン乗り上げ時の速度については、エプロンの段差を乗り越えた時刻の速度とした。上下加速度の振れ幅（衝撃度）については、エプロンを乗り越えた際における、上下方向の加速度の最大値と最小値の差とした。これを代表サンプルにより示すと図-4のとおりとなる。

### b) アンケート評価

アンケートについては、各ルートにおいて1回の走行が終了する毎に実施し、速度の指示ありとなしの両方のデータを取得した。乗用車及び大型車の運転者は4項目、乗用車及び大型車の同乗者は2項目を設定し、エプロンのケース毎に0～10の11段階により回答させた。以下に、具体的なアンケート項目と回答内容を示す。

#### ○乗用車（運転者）

- ・段差（エプロン）を通過した時の、「走りやすさ」についてどのように感じましたか。（走りにくかった0⇔走りやすかった10）
- ・段差（エプロン）を通過した時の、「衝撃の大きさ」についてどのように感じましたか。（衝撃が大きいと感じた0⇔衝撃はそれほど感じなかった10）

- ・段差（エプロン）を通過した時の、「安全性」についてどのように感じましたか。（危険だと感じた0⇔特に危険性は感じなかった10）
- ・段差（エプロン）を通過することについて、どのように感じましたか。（段差の上を通行したくない0⇔段差の上を通行しても良い10）

○乗用車（同乗者）

- ・段差（エプロン）を通過した時の、「衝撃の大きさ」についてどのように感じましたか。（衝撃が大きいと感じた0⇔衝撃はそれほど感じなかった10）
- ・段差（エプロン）を通過することについて、どのように感じましたか。（段差の上を通行してほしくない0⇔段差の上を通行しても良い10）

○大型車（運転者）

- ・段差（エプロン）を通過した時の、「走りやすさ」についてどのように感じましたか。（走りにくかった0⇔走りやすかった10）
- ・段差（エプロン）を通過した時の、「衝撃の大きさ」についてどのように感じましたか。（衝撃が大きいと感じた0⇔衝撃はそれほど感じなかった10）
- ・段差（エプロン）を通過した時の、「安全性」についてどのように感じましたか。（危険だと感じた0⇔特に危険性は感じなかった10）
- ・段差（エプロン）を通過することについて、どのように感じましたか。（段差の通行を許容できない（段差が不快と感じる） 0⇔段差の通行を許容できる（通行しても仕方ないと感じる） 10）

○大型車（同乗者）

- ・段差（エプロン）を通過した時の、「衝撃の大きさ」についてどのように感じましたか。（衝撃が大きいと感じた0⇔衝撃はそれほど感じなかった10）
- ・段差（エプロン）を通過することについて、どのように感じましたか。（段差の通行を許容できない（段差が不快と感じる） 0⇔段差の通行を許容できる（通行しても仕方ないと感じる） 10）

なお、大型車の運転者及び同乗者の最後の回答内容は、下線部のとおり、大型車はエプロンを通行してもよいため、乗用車と異なるものとした。

### 3. 走行実験の結果と考察

#### (1) 結果

##### a) 車両挙動

図-5のとおり、全車種の乗用車と大型車における走行回毎における、エプロン乗り上げ時の速度と上下加速度

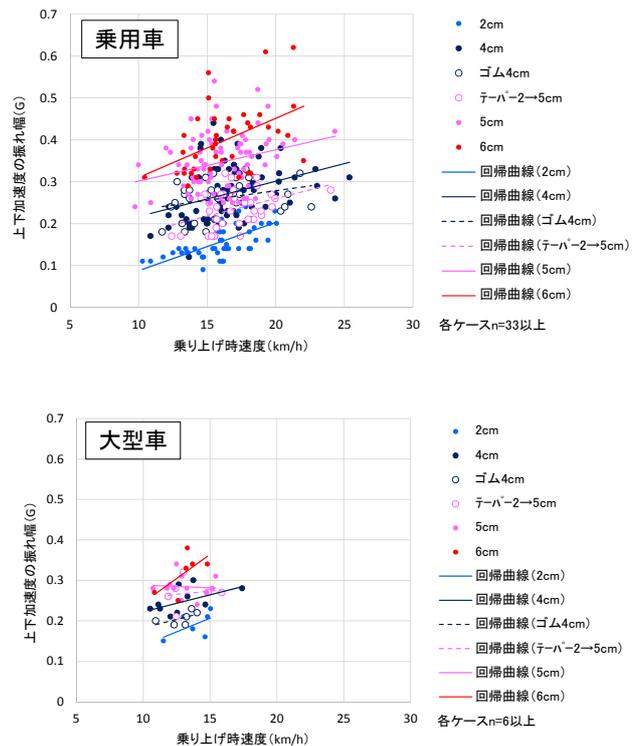


図-5 エプロン乗り上げ時速度と上下加速度の振れ幅

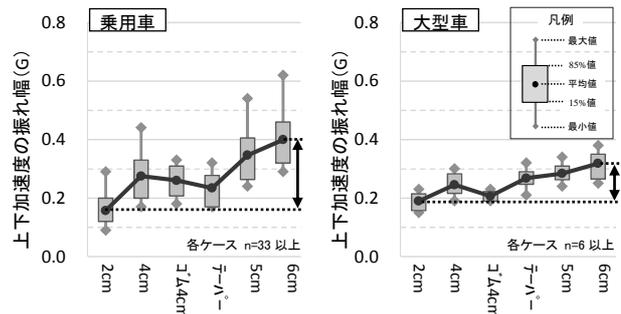


図-6 上下加速度の振れ幅の分布

の振れ幅（衝撃度）を、エプロンのケース毎に整理した。乗用車のサンプル数について、データの欠損が一部発生したため、エプロンのケースによっては、19名×2回=38サンプルを下回ったものもあった。これによれば、乗用車及び大型車のいずれにおいても、全てのエプロンのケースにおいて、エプロン乗り上げ速度が高いほど衝撃度が大きい傾向となっている。また、エプロンの高さが高いケースほど、特にエプロンが5cm及び6cmのケースにおいて、取得される衝撃度の大きさが広範囲に広がっており、乗用車の中には0.5Gを超える衝撃度も観測されている。なお、大型車においては、構造的な要因から最大で17km/h程度の速度となり、速度の取得範囲が限られ、乗り上げ時の速度が低い分、大型車での衝撃度の大きさは乗用車よりも低くなっている。

次に、図-6のとおり、各被験者の各エプロンのケースにおける上下加速度の振れ幅（衝撃度）の分布を箱ひげ

表3 アンケート評価結果（平均値）

		エプロンのケース							
		2cm	4cm	ゴム4cm	テーパード 2→5cm	5cm	6cm		
乗用車	ドライバー	走りやすさ	7.18	6.50	6.03	5.68	4.58	3.84	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 評価が 良い          評価が 悪い
		衝撃の大きさ	7.05	6.08	5.79	5.11	3.53	2.74	
		安全性	7.87	7.21	7.24	6.55	5.11	4.37	
	同乗者	許容性	7.03	5.84	5.82	5.21	3.32	2.63	
		衝撃の大きさ	6.66	5.68	5.68	5.08	3.76	3.24	
		許容性	6.63	5.29	5.37	4.68	3.58	2.82	
大型車	ドライバー	走りやすさ	7.83	7.00	7.50	7.33	6.67	6.67	
		衝撃の大きさ	7.83	6.83	7.33	6.67	4.83	3.67	
		安全性	7.50	6.83	7.50	7.33	6.33	5.67	
	同乗者	許容性	7.17	6.00	7.00	6.67	4.17	3.33	
		衝撃の大きさ	7.83	7.00	7.50	7.33	6.67	6.67	
		許容性	7.83	6.83	7.33	6.67	4.83	3.67	

※乗用車：各ケースn=38(19名×2回走行)、大型車：各ケースn=6(3名×2回走行)

図で整理した。これによれば、エプロン構造が同じコンクリートの場合、段差に比例して衝撃度が大きくなる傾向が確認できる。また、大型車よりも乗用車の方が、衝撃度のばらつきが大きく、エプロン構造による変化も顕著であることが分かる。なお、材質については、ゴムの場合は、同じ高さのコンクリートの場合よりも、衝撃度が小さくなっている。

b) アンケート評価

表-3のとおり、アンケート評価について、平均値を整理した。乗用車では、エプロン高さが高くなるにつれ、評価が悪くなっている。特に、許容性（通行したくない）では、エプロンのケースが5cmになると急激に評価が低くなる。大型車では、概ねの項目において、エプロンのケースが5cmになると評価が急激に悪くなるのが分かる。

(2) 考察

ラウンドアバウトにおけるエプロンの機能を整理すると、道路管理者としては、乗用車は、速度抑制や並走の防止のため、走行しにくいもしくは走行しようと思わない構造である必要がある。また、大型車は、エプロン走行が必要なため、抵抗が少ない構造である必要がある。

この機能及び今回の走行実験の結果を踏まえ、以下の考察ができる。

まず、乗用車にとっては、エプロンの高さが高くなる程、衝撃が大きくなるとともに、アンケート評価が悪くなることから、エプロンの望ましい構造としては、高さ

が高くあるべきである。特に、アンケートにおける許容性（通行したくない）では、エプロンのケースが5cmになると急激に評価が悪くなるため、エプロンの高さを5cmにすると、乗用車の通行抑制効果は高いといえる。

次に、大型車にとっては、エプロンの高さが高くなる程、衝撃が大きくなるものの、その衝撃の変化の大きさは乗用車のそれに比べると小さくなっていった。しかし、アンケート評価において、エプロンのケースが5cm以上となると、急激に評価が悪くなっていった。これらの評価結果より、例えば、大型車の通行が少ない箇所では、エプロンの高さを5cmとし、大型車が頻繁に通行する箇所では、テーパードの付いた2cm→5cmの高さとすることが適当と考えられる。

4. まとめ

本稿では、試験道路での走行実験を通じて、様々なケースのエプロン構造について、車両挙動やアンケート評価により、得られた知見を示した。具体には、エプロンの必要な機能を踏まえ、乗用車や大型車の走行に配慮した望ましい構造について検討した。

本稿で得られた知見は、段差構造のエプロンの設置を検討する道路管理者等において、活用されることが期待される。ただし、今回の走行実験については、試験道路における検討結果であり、実道における車両挙動等は考慮できていない点に留意する必要がある。

今後は、実道での、段差構造のエプロンが設置された箇所における車両挙動の調査などの結果も踏まえ、適切なエプロン構造について検討を進めて参りたい。

参考文献

1) 「望ましいラウンドアバウトの構造について（道路局企画課長、国道・防災課長、環境安全課長、高速道路課長通知）（平成26年8月8日）、<http://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/pdf/20140901tuuti.pdf>

(2015.4.24 受付)