

実車走行実験によるラウンドアバウト中央島のマウンドの効果の検証

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 地域景観チーム ○増澤 諭香
榎本 碧
福島 宏文

ラウンドアバウト中央島の設計は、マウンドや植栽等のランドスケープの導入により安全性が高まると考えられている。一方、国内の新設事例でマウンドした箇所は少ない。また、中央島の詳細な規定についても見られない。

本研究では安全面と景観面で優れた中央島のランドスケープ設計の提案に向け、中央島が平坦な場合とマウンドした場合の走行実験のアンケートおよび視線挙動の結果を比較した。その結果、マウンドした場合は、平坦な場合と比較して、遠方からの認知や流入タイミングの判断のしやすさなどの安全性に関わる要素の評価や、景観の評価が高くなることを把握した。

キーワード：ラウンドアバウト、中央島、マウンド、緑化

1. はじめに

ラウンドアバウト（「RAB」とする）は、2014年の改正道路交通法の施行に伴い国内で導入が始まり、2022年3月末時点で140箇所存在する¹⁾。RABの中央島は、緑化やマウンド等によるランドスケープ設計の導入により、第一にRABに接近する車両の速度を低下させることや²⁾、対面の流入路から流入する車（「対面車」とする）に対する見通しを適切に制御し、対面車よりも優先的に確認する必要がある環道上を走行している車や1つ上流の流入路から流入してくる車（「右から来る車」とする）を確認する時間を増やすことで安全性が高まると期待される³⁾（図-1）。そのため、RABの先進地域である欧米諸国では、中央島のマウンドの高さや植栽が推奨される範囲等について基準が示されている³⁾。

一方、国内の新設事例では、ロータリー式交差点からRABへ転用したものを除き、1.0m以上のマウンドを行った事例は、2020年3月末時点で55箇所中2箇所と少ない⁴⁾。これは、交差点全体の見通し確保を尊重しているためと考えられる。しかし、これらの事例の設計検討の過程で前述の中央島のマウンド等の安全性への効果が十分に検討されているとは言えない。

本研究では、中央島のマウンドの効果を明らかにすることを目的に、芝生マウンドを行った場合と、平坦な舗装のみの場合で走行実験を実施し、アンケートおよび視線挙動の結果の分析を行った。

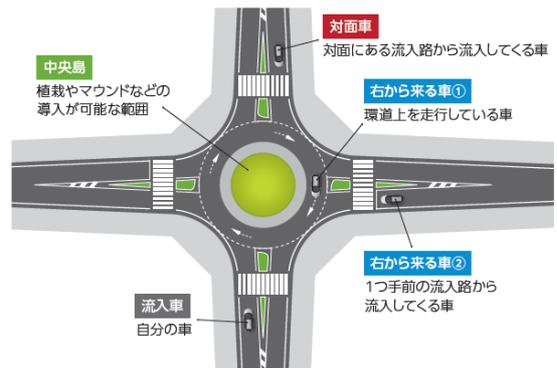


図-1 ラウンドアバウトの構成図

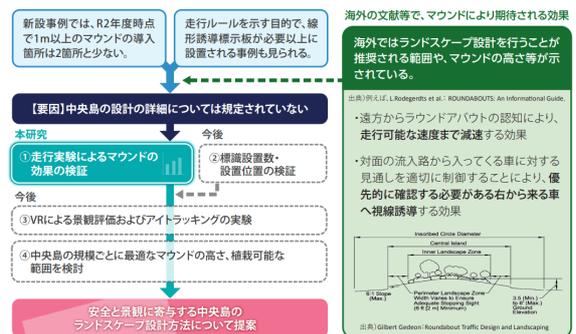


図-2 研究フロー図（右下図は米国のガイドラインより引用⁵⁾）

2. 研究方法

(1) 実験概要

RABの中央島のランドスケープ設計方法の提案に向

表-2 実験走路の幾何条件

設計要素	設定値
枝数	4枝
外径	27m
中央島径	12m
エプロン幅員	20m
環道幅員	50m



写真-1 中央島のパターン① (平坦+舗装のみ)



写真-2 中央島のパターン② (マウンド1.7m+芝)

(4) 計測項目

a) アンケートによる実験参加者の主観評価

実験では、アンケート調査を行い、実験参加者のRAB 走行に対する主観評価を行った。実施したアンケート内容の一部を表-4 に示す。内容は選択式および記入式とし、芝生マウンドの効果を検証するため、遠方から中央島が確認できたかや、環道へ流入するタイミングを迷った場面があったかなどについて質問した。問1~7のうち、問1~3が各パターンについての設問、問4~7がパターン①(平坦舗装のみ)とパターン②(芝生マウンド有)を比較する設問である。

b) アイトラッカーによる視線挙動の計測

各実験回で1名がアイトラッカーを着用し、視線挙動の計測を行った。アイトラッカーの分析範囲は、流入路Aのゆずれ線手前約10mの範囲とした(図-3)。分析範囲の走行回数は、パターン①が8回、パターン②が12回であった。使用した機器および取得したデータを表-5に示す。

c) GNSSによる走行挙動の計測

実験では、全実験車両に設置したGNSSにより、RABの走行速度や加速度、各時間での走行軌跡(位置情報)等の計測を行った。

d) ドローンによる走行状況の記録

実験時には、ドローンでの空撮により各実験車両の

表-3 線形誘導標示板等の設定条件

条件	1差路あたりの線形誘導標示板の数(基)	環道内の路面標示(矢印)
a	0	有り
b	1	有り
c	2	有り
d	1	無し※1

※1 条件dでは路面標示(矢印)をゴムマットにより隠した。

表-4 アンケートの設問内容

設問内容	
問1	遠方(アプローチに入るとき)から、十字交差点との違いが分かりましたか。
問2	ゆずれ線手前から環道内の自分の走るべき場所と、走る方向が分かりましたか。
問3	ゆずれ線手前から環道に入るときに、他の車が原因で環道に入るタイミングを迷った場面はありましたか。
問4	今回走行したラウンドアバウトへの流入時の安全確認のしやすさは、前回走行したラウンドアバウトと比較してどうでしたか。 安全確認のしやすさ
問5	今回走行したラウンドアバウトで、流入するタイミングを決める判断のしやすさは、前回走行したラウンドアバウトと比較してどうでしたか。 環道に入るタイミングの判断のしやすさ
問6	今回走行したラウンドアバウトの景観の印象は前回走行したラウンドアバウトと比較してどうでしたか。 景観の印象の良さ
問7	問6で、景観の印象の良さについて選択した理由を教えてください。 ※自由記述による回答

※ 問4~7の前回はパターン①、今回はパターン②を示す。

表-5 調査項目

No.	使用機器	取得データ
1	GNSSの測定機器(DG-Pro1RWS)	・速度、前後加速度、横加速度 ・走行軌跡(緯度経度情報)
2	ドローン(Phantom4)	・動画(走行挙動)
3	アンケート	・運転者による評価
4	アイトラッカー(Tobii Pro Glasses 2)	・視線挙動

走行状況の記録を行った。画角は中央島および約20m手前から流入する車両が写る画角に設定した。

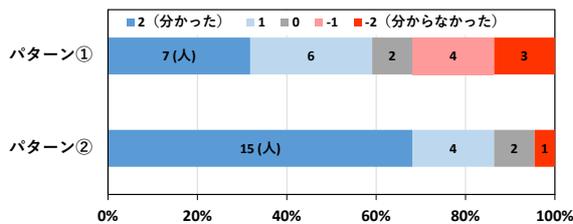


図-5 問1：遠方からのRABの認知

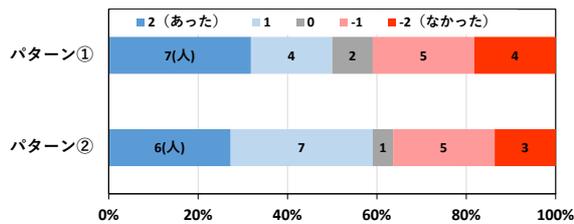


図-7 問3：他車が原因の環道への流入タイミングの迷い

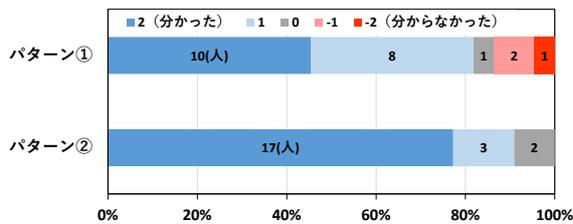


図-6 問2：環道走行レーンの認知

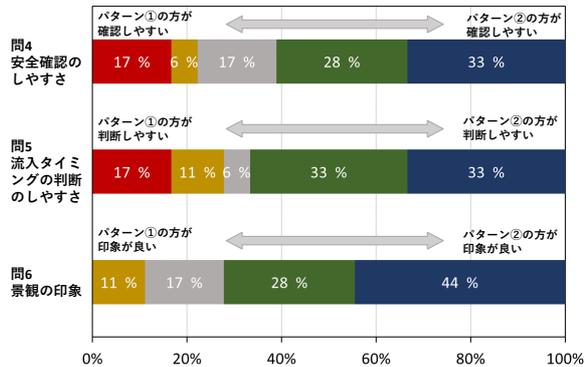


図-8 問4～6：パターン①と②の比較

3. 実験結果

標示板のない走路条件 a のアンケートによる実験参加者の評価結果と、視線挙動の結果について述べる。

(1) アンケート結果

アンケートの結果を図-5 から図-8 に示す。問 1 (図-5) より、平坦舗装のみの場合よりも芝生マウンド有の場合は、「遠方から十字交差点との違いが分かった」の回答者数が 27.3%多かった (有意水準 1% で有意差有り: $p = 0.000$)。また、問 2 (図-6) より「ゆずれ線手前から環道で走るべき場所と走る方向が分かった」の回答者数は 9.1%多かった (有意水準 1% で有意差有り: $p = 0.000$)。また、問 3 (図-7) より「他の車が原因で、環道に入るタイミングを迷った場面があった」の回答者数が 9.1%多いと把握した (有意水準 1% で有意差有り: $p = 0.003$)。

問 4～7 のパターン① (平坦舗装のみ) とパターン② (芝生マウンド有) の走行時の印象・体験を比較して尋ねた設問について結果を図-8 に示す。芝生マウンド有の場合は、平坦舗装のみの場合よりも、「安全確認がしやすい」「流入するタイミングの判断がしやすい」「景観的な印象が良い」の回答者が 60%を超える (図-8)。

また景観的な印象の良さ (問 6) について、回答を選択した理由の自由記述 (問 7) の結果を表-6 に示す。記述より、問 6 にて芝生マウンド有の方が良いと回答した人は、「円形交差点であると遠くからわかりやすかった」「入るタイミングが分りやすくなった。前は、車が沢山目に入って、まようことが多かった。」「景色として認識できるため、注視しなくて良い」などを

表-6 景観の良さについて選択した理由

パターン① (平坦舗装のみ) の方が良い
<ul style="list-style-type: none"> 環道を走っている 2 台目のウインカーや、行くのが見づらい。緑はあってもいいが反対側が見えないのは不安。 前方が見えやすかったから ロータリーの真ん中に山が目に入り、ない方が矢印の方向がわかりやすかったため
パターン② (芝生マウンド有) の方が良い
<ul style="list-style-type: none"> 円形交差点であると遠くからわかりやすかった。 山 (造物) があつたおかげで十字交差とは違うとはっきり判断できたから。 普通の交差点とちがうとすぐわかつたし、緑があるといい。 道が円状である事がよくわかるから 中央が盛り上がることでラウンドアバウトだと認識しやすくなった。それっぽさが出た。 入るタイミングが分りやすくなった。前は、車が沢山目に入って、まよう事が多かった。 前は反対側の車まで見てしまつて止まるべきか悩んでしまつた。今回はどの車に注目すべきか分りやすかつた。(山があるから) 反対側より流入の車両が見えない為、環道の車両に注意がいきやすかつた。 逆側が見えない方が見やすい 目の前に山がある方が、メリハリがあり印象が良かつた 景色として認識できるので注視しなくて良い ただ、反対側に車がいるかわかりにくいとも感じた。 緑が増えたが、人工的な感じがした。山をつくるより、木など立てた方が景観が良いし、奥 (真反対) の車が見えやすい 中央島があつたので少し視認がしやすかつた。シェブロンはもう少し大きい方が良いのではないかとと思う。

理由としてあげていた。一方、舗装のみの方が良いと回答した人は、「緑はあつてもいいが、山があり反対側が見えないのは不安」「山が目に入り、無い方が路面標示の矢印の方向が分りやすかつた」ことなどを理由としてあげていた。このうち、反対側が見えない



図-9 視線挙動データ (パターン①)



図-10 視線挙動データ (パターン②)

と不安といった意見は、芝生マウンド有の方が良いと回答した人の中にも同様の意見が見られた。

(2) 視線挙動のデータの分析結果

各パターンの全走行の重ね合わせにより作成した視線挙動のヒートマップを、図-9および図-10に示す。図より、パターン①では対面に視線が集中しているのに対し、右側に視線が集中していることが読み取れる。また、中央島およびその周辺について、図-11のように領域に分け、AOI分析 (Area of Interest : 興味関心領域) を行ったところ、図-12、図-13のような結果が得られた。各領域を注視していた時間については、パターン①では図-12の赤で示した左側および対面側を見ていた時間は、全体の49%だったのに対し、青で示した右側を見ていた時間は、全体の23%であり、左側および対面側を多く見ていることが分かった。

一方、パターン②では左側および対面側を見ていた時間が全体の20%だったのに対し、右側を見ていた時間は、全体の66%であり、右側を多く見ていることが分かった (図-13)。

4. マウンドの効果に関する考察

(1) マウンドによる安全性への効果に関する考察

a) 遠方からのRABの認知

アンケート結果より、平坦舗装のみの場合よりも芝生マウンド有の方が、「遠方から十字交差点との違いの分かりやすさ」の評価が高くなった。また、今回は



図-11 AOI分析による領域の分割と線形誘導標示板の設置位置

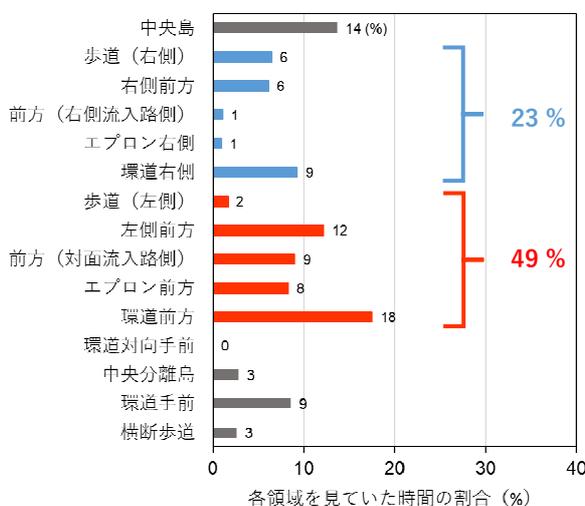


図-12 AOI分析結果 (パターン①)

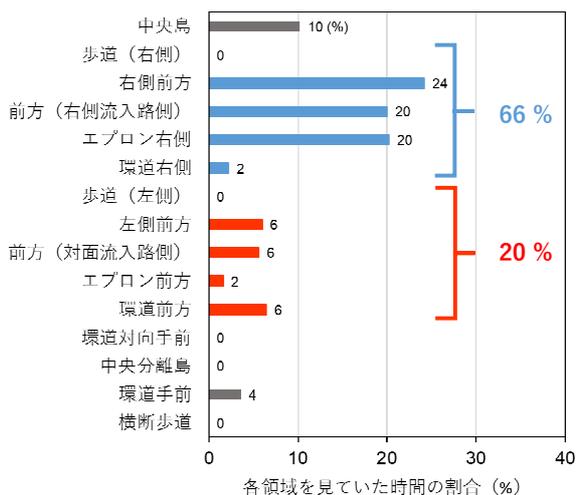


図-13 AOI分析結果 (パターン②)

速度分析を行っていないが、芝生マウンドにより、遠方から十字交差点ではないということに気づくことができるという回答もあることから、マウンドにより適切なタイミングで RAB を走行可能な速度まで減速する

効果も期待される。

b) 環道への流入判断

アンケート結果から、環道への流入時について、「RAB 交差点内で自車が走行する位置と方向の分かりやすさ」、「流入時の安全確認のしやすさ」や「環道へ流入するタイミングの判断のしやすさ」の評価が芝生マウンド有の方が高い。さらに、視線挙動の分析結果でも、芝生マウンド有の場合は、右側前方やエプロン右側などの右側の流入路や環道上で自車に近づいて走行する車を見ていた時間の割合が多かった。このことから、芝生マウンドにより、対面車に対する見通しを制御し、右から来る車へと視線誘導できていると推察される。

「他の車が原因で、環道に入るタイミングを迷った場面があった」の回答については、舗装のみの場合よりも芝生マウンド有の場合の方が多かった。一方で、「環道へ入る流入タイミングの判断のしやすさ」については、芝生マウンド有の方が評価が高い。

本実験条件（中央島径 12 m の RAB）で、マウンド高さを 1.7 m とした場合は、右から来る車（環道上を走行する車）に対する見通し距離が十分に確保できておらず、死角となる場所を走行している車両が、ある時点でマウンドから突然飛び出してくるように見える可能性がある（図-4）。今後、ドライバーに恐怖感を与えない見通し距離について、十分な検討が必要であると考える。

(2) 景観の評価に関する考察

参加者の約 70 % が芝生マウンド有の場合の方が、景観的な印象が良いと回答しており、中央島への芝生マウンドの導入は、RAB を含めた道路景観の評価も高めると考えられる。

また、芝生マウンド有の場合では「景色として認識することができるため、注視しなくて良い」という回答があった。このことから、芝生マウンドなどの自然を用いたランドスケープ設計を行うことで、適切な視線誘導につながり、RAB 走行の安全性が高められるのではないかと考える。

5. まとめ

(1) 結論

本研究では、RAB の交通安全と景観の両面を高める中央島のランドスケープ設計の提案に向け、中央島に芝生マウンドを行った場合と、平坦舗装のみの場合を

比較する走行実験を実施し、アンケート調査および視線挙動の計測により運転行動や景観に関して評価した。

その結果、平坦舗装のみの場合と比較して、芝生マウンド有の場合は、流入時の安全確認のしやすさ、環道への流入タイミングの判断のしやすさなどの適切な運転行動につながる評価や、景観の評価が高くなることが分かった。

一方、マウンドにより見通し距離が短くなることで不安という評価もみられた。そのため、各 RAB の幾何条件に合わせた中央島のマウンドの高さや、見通し距離を把握し、提示することも必要である。

(2) 今後の研究

今後は本実験で計測した GNSS のデータを用いた走行車両の挙動について分析をすすめたい。また、マウンドの高さを変化させたパターンでの走行実験や VR 実験などを行うことにより、中央島への植栽やマウンド導入による交通安全性への効果、景観への効果について検証を行いたい。

謝辞：本研究の遂行にあたり、実験にご参加いただいた皆様に、心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 警察庁：「環状交差点の導入状況」（令和4年3月末現在）
<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/seibi2/kisei/roundabout/0403kanjoukouusaten.pdf>（2023年1月5日確認）
- 2) S. U. Jensen : Safety Effects of Height of Central Islands, Sight Distances, Markings and Signage at Single-lane Roundabouts., 5th International symposium on Highway Geometric Design, pp.1-16, 2015.
- 3) L. Rodegerdts, J. Bansen, C. Tiesler, J. Knudsen, E. My-ers, M. Johnson, M. Moule, B. Persaud, C. Lyon, S. Hallmark, H. Isebrands, R. B. Crown, B. Guichet and A. O'Brien : ROUNDABOUTS : An Informational Guide., pp.9_1-9_15, 2010.
- 4) 増澤諭香, 榎本碧, 松田泰明, 太田広, 宗広一徳：日本におけるラウンドアバウト中央島の設計の現状と課題, 寒地土木研究所月報, No819, pp.10-20, 2021.
- 5) Gilbert Gedeon : Roundabout Traffic Design and Landscaping., pp.183-209, 2015.
- 6) 中村直久, 宗広一徳, 倉田和幸, 佐藤昌哉, 金子恵造：上ノ国町ラウンドアバウトにおける運転意識と意識変化について, 寒地土木研究所報文, No811, pp.2-10, 2020.
- 7) 中村直久, 宗広一徳, 佐藤昌哉：ラウンドアバウトにおける自動走行車両混入に関する走行実験について, 寒地土木研究所月報, No789, pp.66-70, 2019.
- 8) Queensland Government : Road planning and design manual., pp.14_44-14_48, 2006.