2012 年 10 月 30 日

ドライバーの運転行動を考慮したラウンドアバウトの実用性検証と安全対策に関する研究

代表研究者　国土交通省 国土技術政策総合研究所　研究官　武本　東
共同研究者　（独）土木研究所寒地土木研究所　主任研究員　宗広　一徳

【まとめ】

本研究は、近年、欧米諸国で積極的に導入されているラウンドアバウトについて、日本国内での実用性を検証するため、ドライバーの運転行動に着目した走行実験を行うとともに、運転行動を考慮した有効な安全対策を検討した。その結果、ラウンドアバウトは、他の交差点形式と比べて急な安全確認を要さず、安全確認がしやすい交差点形式であることが示された。冬期の安全確認をしやすくするための対策案としては、スノーポールや視線誘導標の設置を提案した。

1. 研究の目的

日本の平面交差部では、出会い頭事故や右折対直進事故による死亡事故等の重大事故が多発している。郊外部では、交差方向の交通が無い場合でも赤信号のために停止し続けなければならない状況が日常的に発生する。また、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）のような大規模災害による停電時には、信号交差点は機能することが困難である。こうした問題に対し、欧米諸国では、交通量が比較的少ない平面交差部において、重大事故の抑止、信号待ちによる遅れ時間の削減、災害発生時でも機能する等の長所を有したラウンドアバウトへの改良が積極的に行われている（写真-1）。

一方、国内では、ラウンドアバウトの導入事例が少ないことから、シミュレーション上の研究 [1)]や試験道路での実験結果に基づく検証 [2)]、実道での社会実験 [3)]が行われつつあるが、全国的な認知度は依然として低く、実用化されたとは言い難い。加えて、設計や運用の考え方は、基本的に視界が良く路面が乾燥した状況を対象としていることから、悪条件下における実用性評価に関する知見が不足しており、ドライバーの運転行動や教育・啓蒙普及を考慮した知見も少ない。例えば、積雪寒冷地にラウンドアバウトを導入する場合、冬期路面時や降雪等の視界不良時の運転行動を踏まえて、安全性や円滑性をより考慮した設計や対策を行う必要がある。

そこで、本研究では、夏期（無雪期）と冬期（積雪期）のラウンドアバウトと実道交差点における走行時の運転行動データを取得し分析することにより、路面状態の違いによる運転行動への影響を明らかにするとともに、運転行動を考慮したラウンドアバウトの有効な安全対策を検討し、国内での普及に寄与するための知見を得ることを目的とする。

写真-1　海外のラウンドアバウト設置事例

2. 研究の方法と経過

2.1. 実験概要

本研究では、冬期（2012 年 1 月～2 月）と夏期（2012 年 8 月）に、北海道内の 5 箇所の実道交差点と苫小牧寒地試験道路に模擬設置した 1 箇所のラウンドアバウトの計 6 箇所の交差点を対象とし、被験者を用いた走行実験を行った。冬期の実験は、最高気温が氷点下となる積雪条件下で実施し、夏期は乾燥路面条件下で実施した。被験者数は、それぞれの時期、交差点において各 10 名（20 歳代～50 歳代の男性）とした。

2.2. 試験道路のラウンドアバウト

実験を行うためのラウンドアバウトは、北海道郊外部の 2 方向 2 車線道路同士の交差点を想定し、ドイツの設計ガイドライン[4)]で示されている小型 1 車線ラウンドアバウト（交通量が概ね 10, 000～25, 000 台/日以下に対応）を参考に設計を行い、環道幅員 5m、直径 8 mの中央島と幅員 4mのエプロンを有する外径 26mの構造とした（写真-2）。

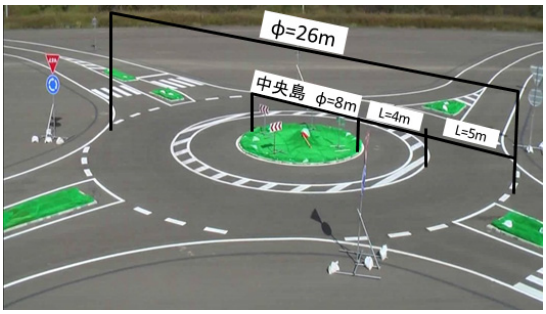

写真-2　模擬ラウンドアバウトの設置状況

2.3. 実道交差点

実験対象とした実道交差点は、苫小牧寒地試験道路の近郊にある勇払郡厚真町の信号十字交差点、無信号十字交差点と、小樽市桜にあるロータリー交差点（環道外径：58m）、信号十字交差点、無信号十字交差点の 5 箇所とした。厚真町の交差点は郊外部、小樽市の交差点は市街地に位置する。なお、実験時に取得した各期の交差点毎の時間交通量は、表-1 の通りである。

表-1　時間交通量（全流入部からの合計値）

（台/h）

	厚真 信号	厚真 無信号	小樽 ﾛｰﾀﾘｰ	小樽 信号	小樽 無信号
夏期	333	302	788	417	495
冬期	311	236	662	412	489

2.4. 走行条件

試験道路のラウンドアバウトにおける走行実験では、被験者車両が主方向道路から流入するパターンと従方向道路から流入するパターンの 2 種類を設定した。また、2 台のダミー車両を用意し、主方向道路流入パターンでは、被験者車両の前走車及び対向車として走行させ、従方向道路流入パターンでは、主方向側の両方向の道路から流入する車両として走行させた。

厚真町の無信号交差点は交通量が少ないことから、実験時に他車が全くいない状況を避けるため、被験者車両が交差点に流入するタイミングに合わせて 1 台のダミー車両が主方向道路を走行する状況を設定した。その他の 4 箇所の実道交差点では、ダミー車を用いず、実際の交通状況の中で実験を行った。

2.5. データ取得・分析方法

実験では、実験車両に加速度計（DL1：レーステクノロジー社製）、ジャイロセンサ（objet：ATR 社製）、ビデオカメラを設置した。4 台のビデオカメラから、車両前景、顔面、ハンドル操作、ブレーキ操作の撮影を行い、4 画面分割装置を用いて、それらを 1 つの映像として記録した。この映像を用いて、交差点進入時及び交差点内でのハンドル・ペ

ダル操作の状況を分析した。また、被験者車両、被験者の帽子と右足に1台ずつジャイロセンサを固定し、頭部と右足の動き（3 方向加速度）のデータを取得し、頭部の動きの速度を分析した。さらに、加速度計から車両速度や横加速度のデータを取得し分析した。各交差点走行後には、安全確認のしやすさについて、アンケートを実施した。

3. 研究の成果

3.1. 実験結果

（1）安全確認行動

交差点での安全確認行動の違いを把握するため、ジャイロセンサから得られた頭部の動きの速度に着目した。このデータは、各交差点流入から流出までに、安全確認のためにどの程度の速さで頭部を動かしていたか（首を振っていたか）を示すものである。

各交差点右折時の分析結果を図-1 に示す。ラウンドアバウト走行時の頭部の動きの速度は、夏期・冬期ともに、他の交差点形式と比較して85パーセントタイル値が低く、また、被験者の違いによるばらつきが小さいことが分かった。ラウンドアバウトは他の交差点と比較して、急な安全確認を要しない交差点形式であると考えられる。なお、夏期より冬期の方が頭部を動かす速度が速い傾向が見られた。

（2）ハンドル・ペダル操作

各交差点右折時の流入から流出までの 1m 当たりのハンドル操作量を表-2 に示す。ラウンドアバウトは環道走行時にハンドルの切り返しが必要であるため、夏期・冬期共に他の交差点に比べ操作量が多くなった。また、ラウンドアバウトの操作量が、同じ環道を有する交差点形式のロータリーより大きくなった。これは、ラウンドアバウトの環道径がロータリーより小さいため、ハンドルの舵角が増えたことが影響したと考えられる。

次に、各交差点右折時の流入から流出までのペダルの踏み替え回数の平均値を表-3 に示す。ラウンドアバウトのペダルの踏み替え回数は他の交差点と比較して、夏期は同程度となり、冬期は信号、無信号交差点より多くなった。冬期のラウンドアバウト流入時は、より慎重に運転していたことが影響したと考えられる。

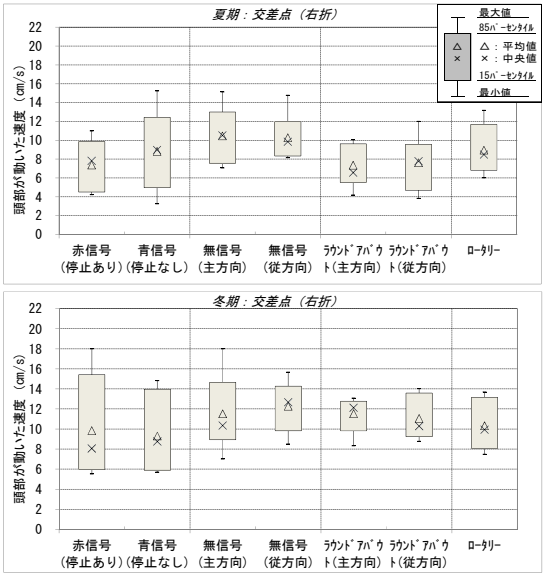

図-1　頭部の動きの速度（右折）

表-2　走行1m当たりのハンドル操作角（右折）

（°/m）

交差点形式	赤信号（停止あり）	青信号（停止なし）	無信号（主方向）	無信号（従方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（主方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（従方向）	ロータリー
夏期平均値	7.3	7.3	13.9	23.0	18.6	19.2	5.0
冬期平均値	9.3	8.4	20.9	19.3	23.3	22.7	3.9

表-3　ペダル踏み替え回数（右折）

（回）

交差点形式	赤信号（停止あり）	青信号（停止なし）	無信号（主方向）	無信号（従方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（主方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（従方向）	ロータリー
夏期平均値	1.8	1.1	1.0	1.8	1.8	1.8	3.3
冬期平均値	1.6	2.1	1.6	1.8	4.1	5.0	4.8

(3) 車両速度・横加速度

各交差点右折時の流入から流出までの車両速度の平均値を表-4 に示す。ラウンドアバウトの速度は、他の交差点より比較的低く、冬期の速度は 10km/h 以下であった。

各交差点右折時における被験者毎の横加速度の最大値を平均した結果、夏期はラウンドアバウトと他の交差点で同程度となり、冬期は、ラウンドアバウトは他の交差点より低い値となった（表-5）。

表-4　車両速度（右折）

（ｋｍ/ｈ）

交差点形式	赤信号（停止あり）	青信号（停止なし）	無信号（主方向）	無信号（従方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（主方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（従方向）	ロータリー
夏期平均値	18.5	26.9	17.3	8.3	15.9	15.4	19.4
冬期平均値	15.4	22.1	11.5	11.1	8.3	8.2	12.2

表-5　横加速度最大値の平均値（右折）

（G）

交差点形式	赤信号（停止あり）	青信号（停止なし）	無信号（主方向）	無信号（従方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（主方向）	ﾗｳﾝﾄﾞｱﾊﾞｳﾄ（従方向）	ロータリー
夏期平均値	0.27	0.28	0.27	0.28	0.28	0.26	0.37
冬期平均値	0.24	0.25	0.27	0.26	0.19	0.20	0.18

(4) アンケート結果

各交差点走行終了時に行ったアンケートの結果、夏期・冬期ともに、右折時の「安全確認のしやすさ」は、無信号交差点よりは確認しやすいという評価となり、また、信号交差点と比較してもやや高い評価となった(図-2)。

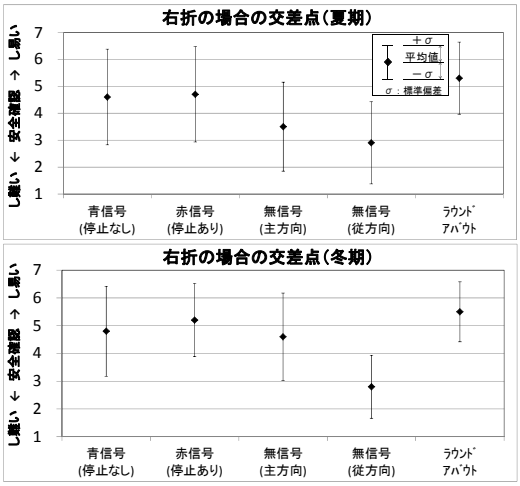

図-2　安全確認のしやすさ（右折）

3.2. 対策案の検討

ラウンドアバウトの夏期と冬期の運転行動を比較した結果、冬期は、ドライバーの頭部の動きの速度が速く、ハンドル・ペダル操作量が多くなった。冬期においても安全確認をより行いやすくするため、スノーポールや視線誘導標を中央島及び交差口両端に設置し、走行位置を明確にする対策が有効であると考えられる。

4. 今後の課題

本研究の結果、ラウンドアバウトは他の交差点と比べて、急な頭部の動きをせずに走行することができ、安全確認のしやすさに対する評価が高い交差点であることが分かった。また、走行位置を明確にし、安全確認を行いやすくするために、スノーポールや視線誘導標の設置を提案した。

今後は、こうした対策を行った時の効果を定量的に把握する予定である。また、冬期の多様な路面条件における走行実験を通じ、積雪寒冷地におけるラウンドアバウト導入検討を行う予定である。

5. 研究結果の公表方法

本研究の結果は、北海道開発技術研究発表会、土木計画学研究発表会、交通工学研究発表会での口頭発表を予定している。

参考文献

1) 大里由紀広，浜岡秀勝，米山喜之：簡易 DS を用いたラウンドアバウト走行における安全性評価，土木計画学研究・講演集 Vol.41，CD-ROM，2010.
2) 吉岡慶祐，中村英樹，宗広一徳，米山喜之：ラウンドアバウト走行実証実験における車両挙動分析，土木計画学研究・講演集 Vol.41，CD-ROM，2010.
3) 勝岡雅典，倉田俊文，鋤柄寛：長野県飯田市におけるラウンドアバウト社会実験について，土木計画学研究・講演集 Vol.43，CD-ROM，2011.
4) Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen；Merkblatt für die Anlage von Kreisverkeheren (ドイツにおけるラウンドアバウトの設計ガイドライン），2006.8.