

日本初となる信号交差点のラウンドアバウト化 に際しての計画・設計と交通運用

米山 喜之¹・吉岡 慶祐²・田代 義之³・中村 英樹⁴・鋤柄 寛⁵

¹正会員 (株)長大 道路事業本部 道路交通部 (〒114-0013 東京都北区東田端2-1-3)
E-mail:yoneyama-y@chodai.co.jp

²正会員 (株)長大 道路事業本部 道路交通部 (〒114-0013 東京都北区東田端2-1-3)
E-mail:yoshioka-k@chodai.co.jp

³非会員 (株)長大 道路事業本部 道路監理部 (〒305-0812 茨城県つくば市東平塚730)
E-mail:tasiro-y@chodai.co.jp

⁴正会員 工博 名古屋大学大学院工学研究科 教授 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町 C1-2(651))
E-mail:nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

⁵非会員 飯田市 建設部 地域計画課 (〒395-8501 長野県飯田市大久保町2534番地)
E-mail:ic1788@city.iida.nagano.jp

ラウンドアバウトは、安全でエコな平面交差点の制御方式として注目されている中、長野県飯田市の東和町信号交差点改良事業において、ラウンドアバウトの導入により、5枝交差の交通処理能力が向上し、環境負荷低減に資することが検証され、関係機関および地域との合意も得られたため、ラウンドアバウトの採用に至った。

本稿は、日本におけるラウンドアバウトの計画・設計に関する研究や社会実験等の知見を踏まえて検討した、東和町ラウンドアバウトの計画・設計・交通運用の検討結果について報告する。具体的には、ラウンドアバウトの交通容量、CO₂排出量の推定と信号交差点との比較結果、幾何構造である線形、外径、構成要素である分離島、エプロンなどについての概要と工夫点、さらに流入部の制御方法、標識・標示等について報告する。

Key Words : Roundabout, Signalized Intersection, Geometric Design and Planning, Traffic Operation

1. はじめに

ラウンドアバウトとは、一方通行の環道交通流に優先権のある円形交差点で定義され、信号交差点や通常の無信号交差点に代わる新たな平面交差点の制御方式として、近年海外で積極的に導入されている。日本においても、ラウンドアバウトの安全性やエコ (Ecology, Economy) の利点に注目され、導入に向けた動きが高まりつつあり、試験場における模擬ラウンドアバウトでの走行実験¹⁾や実フィールドでの社会実験²⁾が実施されているほか、震災復興の提言³⁾の1つとして取り上げられている。

このような背景の中、長野県飯田市の東和町交差点改良事業においては、信号機を撤去しラウンドアバウトとすることで、5枝交差の交通処理能力が向上し、環境負荷低減に資することが技術的に検証され、関係機関およ

び地域との合意も得られたので、ラウンドアバウトが採用されることとなった。

本稿は、日本におけるこれまでのラウンドアバウトの計画・設計手順の中村ら⁷⁾の研究、社会実験報告等²⁾の知見を踏まえて検討した東和町ラウンドアバウトの計画と幾何構造設計方法と交通運用の結果について報告する。

ラウンドアバウトの計画では、ラウンドアバウトの交通容量、信号交差点とラウンドアバウトのCO₂排出量を推定比較した整備効果、設計では、幾何構造である線形、外径、構成要素である分離島、エプロンなどについての概要と工夫点、さらに交通運用では、流入部の制御方法、標識・標示について報告する。

2. ラウンドアバウトの計画と設計の概要

(1) 対象交差点

対象交差点は、写真-1に示す長野県飯田市に位置する東和町交差点である。対象交差点の隣接には、5枝交差点の通称“吾妻町ロータリー”のラウンドアバウトが存在する。このラウンドアバウトが前述の社会実験箇所²⁾である。

(2) 設計条件および設計車両

a) 設計条件

東和町交差点は、市道1-7号東和町線と並走する都市計画公園の改良に伴い、5枝の交差点運用となる。表-1に各路線の設計条件を示す。

b) 設計車両

道路の設計条件から設計車両は、道路構造令¹⁰⁾における小型自動車 (L=4.7m)、小型自動車等 (L=6.0m)、普通自動車 (L=12.0m) とした。設計の際には、「2段階設計車両」の考え方を適用した。これは、通行が想定される最大規格の車両を対象として設計するのではなく、大半を占める車両を対象として設計し、それよりも規格が大きく交通量の少ない車両については特殊な走行形態(エプロン利用)で走行を担保するものである。普通自動車 (L=12.0m) に合わせた設計を行うと、必要以上に大きな空間の確保が必要となり、さらに走行速度の上昇や車両軌跡の乱れを招くことになるためである。

(3) 計画・設計の手順

ラウンドアバウトの計画・設計手順については、中村ら⁷⁾による計画・設計手順(案)に基づくこととし、その手順は図-1に示すとおりである。

(4) 計画・設計の方針

東和町交差点の改良事業においては、都市計画公園の面積の確保、既存の道路と周辺土地利用の制約がある中、安全性と環境負荷の低減を目指し、図-2にも示すように、ラウンドアバウトの設計方針を以下のように設定した。

- コンパクト化のためラウンドアバウトの外径を30mとする
- 分離島を3箇所設置し、流出入車両の分離と2段階横断による横断歩道距離の短縮を図る
- 普通自動車対応の外側のエプロンと中央島側のエプロンを設置
- 市道飯田560号線の小型自動車の流出入軌跡を確認、ゼブラで流出入を分離
- 市道飯田560号線からの普通自動車左折はバイパス車線で対応

表-1 各路線の設計条件

路線名	道路区分	幅員構成	設計速度
市道1-7号東和町線 (主) 飯島飯田線	4種2級	W=14.0m W=17.0m	V=40 km/h V=40 km/h
市道2-7号東和伝馬線	4種3級	W=12.0m	V=30 km/h
市道飯田560号線	4種3級	W=10.5m	V=30 km/h

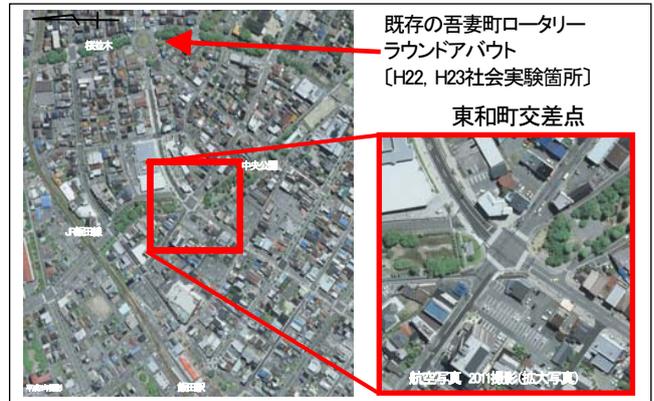


写真-1 対象の東和町交差点

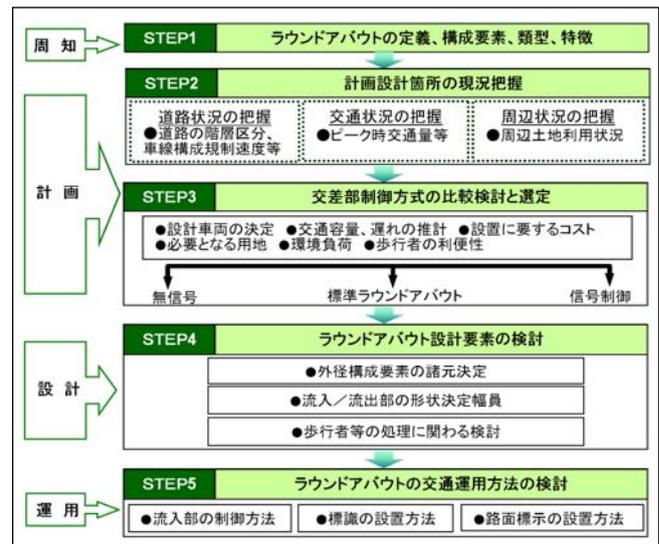


図-1 ラウンドアバウトの計画と設計の手順

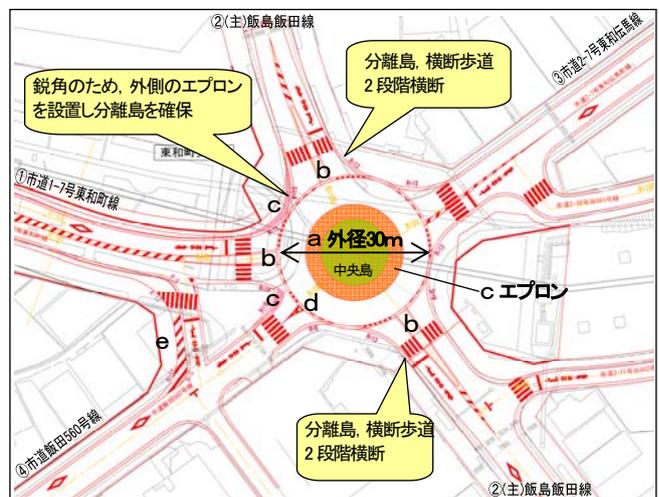


図-2 東和町ラウンドアバウト

3. ラウンドアバウトの計画

(1) 交通容量

a) 交通容量の推定方法

ラウンドアバウトの導入を検討するにあたり、計画条件として交通容量の確認を行った。交通容量の確認方法については、中村ら⁷⁾による計画・設計手順(案)に基づき、各流入部のピーク1時間あたりの交通容量を推定し、設計時間交通量と比較することで行った。一般にラウンドアバウトの交通容量は、各流入部の目の環道交通量に対して流入可能な最大の交通量として定義し、各流入部ごとに交通容量のチェックを行う。

b) 設定条件

交通容量の推定において設定した条件は以下のとおりである。

- 設計交通量は飯田市で実施された交通量配分結果を根拠とする。
- ピーク率として代表接続路線の H17 センサスデータをを用い、ピーク時の設計時間交通量を推定する。
- 流入挙動を示すギャップパラメータは、隣接する吾妻町ラウンドアバウト(東流入部)で取得した値を用いる。

c) 確認結果

以上に基づき、交通容量の確認結果を行った結果を図-3に示す。いずれの流入部においても、交通容量比(V/C:交通容量に対する設計時間交通量の比率)が1.0を下回っており、交通容量から見ても運用可能であることが確認された。

前述のとおりラウンドアバウトの交通容量は、算出した環道交通量に対して流入可能な交通量であるため、ある流入部の環道交通量が増加した場合、その流入部では交通容量が低下することとなる。そのため、すべての流入部において図-3に示す交通容量を同時に満足できるものではないことに注意が必要である。なお一般的には、全流入部の合計日交通量として、15,000~20,000台/日程度まで可能とされている⁷⁾。

(2) 遅れ時間

ラウンドアバウトでは、信号による待ち時間が発生しないことから、信号交差点と比較して、遅れ時間の削減が期待できる。そこで、既存の遅れ時間推定モデル式を用いて、図-4に示すように各流入部についてピーク1時間における遅れ時間を算出し比較を行った。

その結果、ラウンドアバウトではいずれの流入部でも平均遅れ時間が4~6秒であるのに対し、信号交差点の場合最大で24.8秒(ラウンドアバウトの場合77%減少)と推定された。ラウンドアバウトの導入により、遅

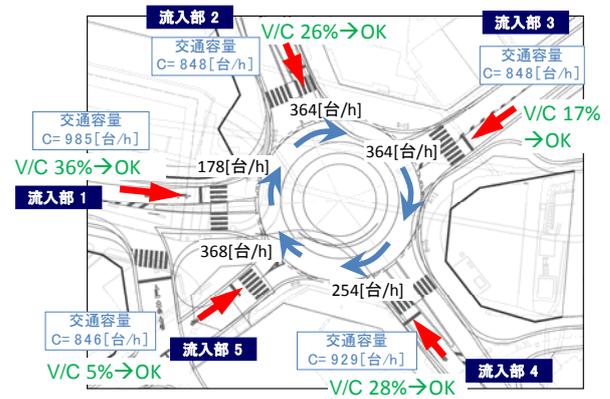


図-3 交通容量の確認結果

注) V/C : 交通容量比=設計時間交通量÷交通容量

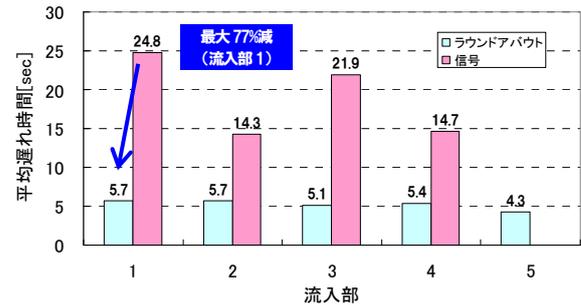


図-4 遅れ時間推定結果の比較

注) 信号交差点の場合、流入部5を閉鎖して4枝交差点運用である

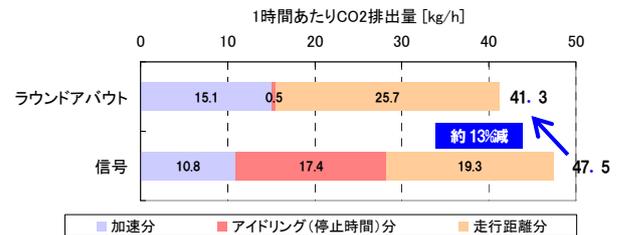


図-5 CO2排出量の比較結果

れ時間削減による利便性の向上が期待されることを確認した。

(3) CO2排出量

信号交差点およびラウンドアバウトを通過する際の車両挙動を簡易な等加速度運動と仮定し、大口⁹⁾らによるCO2排出モデル式を用いて、図-5のとおりCO2排出量の比較を行った。

その結果、全体で約13%のCO2排出量が削減されると推定された。ラウンドアバウトでは、全車両が流入部手前で減速または一旦停止した後再加速を行うことと、直進・右折時は環道を周回して通過するため、「加速分」「走行距離分」の排出量が信号交差点より多くなる。しかし、交差点に進入する際の待ち時間が少なく「アイドリング分」の排出量が大幅に削減されるため、全体として信号交差点よりもCO2排出量が削減されるためである。

表-2 車両諸元値と算出した必要幅員

設計車両	車両諸元値 (m)			必要幅員 B (m)
	a	Uf	b	
普通自動車 12.0m	6.5	1.5	2.5	5.26
小型自動車等 4.7m	2.7	0.8	1.7	2.88

4. ラウンドアバウトの幾何構造設計

ラウンドアバウトは、円形の形状やエプロン、分離島の設置など通常の平面交差点と異なる特徴的な幾何構造を有する。本章では、ラウンドアバウトの幾何構造設計について、特に留意して設計した事項について述べる。

(1) 平面線形と外径

ラウンドアバウトの外径は、十字交差点における設計車両（普通自動車 $L=12.0m$ ）の車両軌跡を確認した結果によると最低でも $27.0m$ 必要となる。また5枝の交差点では、流入部の接続が鋭角となるため、隅角部の曲線半径を考えると外径 $35.0m$ 程度必要となる。このような知見を基に、当該箇所では土地制約等の条件がある中、必要に応じてバイパス道路や外側エプロンの設置することにより、コンパクトな構造として、外径 $30.0m$ を設定して設計を行った。

また、速度抑止効果を十分に得るため、各路線の中心線がラウンドアバウトの中心で交点を持つように線形をセットした。

(2) 環道幅員とエプロンと中央島

a) 環道幅員

環道は、安全上の理由より、原則円形にしなくてはならない。環道を円形にすることで、交差点通過時の車両速度を一定に保つことが可能となる。

環道部の幅員は、道路構造令¹⁰⁾のp.341～343における曲線部拡幅量の考え方を参考として、車両の中心位置が半径 R_c の円周上を走行する際の車両運動に基づく、車道幅員を考慮して決定した。ここに、設計車両の車両諸元値と、想定している車道中心線位置（中心から $R_c=12m$ ）を代入すると、表-2の計算結果となる。

小型自動車に対しては、想定している車道幅員（ $5.00m$ ）に収まるが、普通自動車に対しては収まりきらない。本来は車道幅員を拡幅することが考えられるが、ラウンドアバウトでは大型車に対してはエプロンの利用を想定しており、安全面の観点からも、必要以上に幅員を広げることは走行速度の上昇や走行動線のばらつきを招き安全上望ましくない。東和町ラウンドアバウトの環道幅員は、5枝交差であること、隣接する吾妻町ラウンドアバウトの環道幅員が $5.0m$ で車両が安定した軌跡通行していることから、普通自動車（大型車）の全方向の通行軌跡を確認した結果を踏まえ、環道幅員は $5.0m$ とした。

b) エプロン

ラウンドアバウトの環道部では、曲線走行による内輪差を考慮して流入部の幅員より広い幅員が必要となる。

エプロンとは、普通自動車（大型車）の走行性を担保

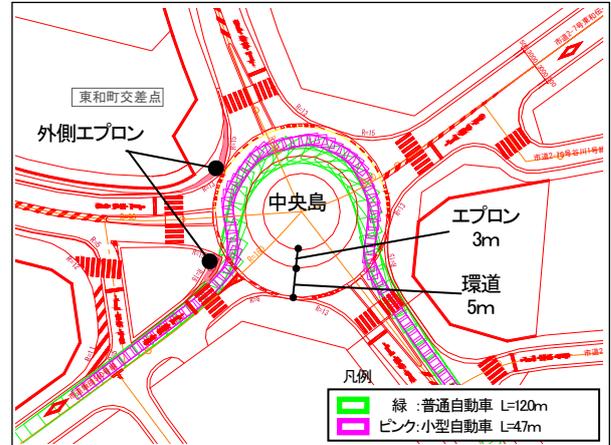


図-6 環道とエプロンの幅員と中央島および軌跡の確認

するために、環道の内側に設置される段差を持った帯状の部分で、普通自動車（大型車）はこの部分に乗り上げることで通行可能となる。

エプロンの幅員は、通常走行する主設計車両（小型自動車）と、通行は少ないが想定すべき最大の設計車両である副設計車両：普通自動車（大型車）による走行幅員を算出し、両者の差から求めるのが基本的である。東和町ラウンドアバウトのエプロンの幅員は、前述した環道幅員 $5.0m$ と普通自動車（大型車）の全方向の通行軌跡を確認した結果を踏まえ、 $3.0m$ とした。

c) 中央島

中央島はラウンドアバウトの中央に設置される円形の交通島であり、外径 $30m$ から環道とエプロンの幅員を差し引き、直径 $13.0m$ とした。中央島は、環道より $0.25m$ 盛上げ、視認性向上、標識、視線誘導施設、照明設置の空間とし、地域のシンボル、景観性にも配慮するように考えている。

(3) 軌跡の確認

対象のラウンドアバウトについては、小型自動車（ $L=4.7m$ ）と普通自動車（ $L=12.0m$ ）を対象として、図-6のとおり全方向の車両軌跡確認を行った。その結果に基づき、中央島側のエプロン（大型車のための走行を担保する）の幅（ $3.0m$ ）、外側のエプロンの位置、分離島の設置の可否と幅員を確認し設計した。

(4) 分離島と横断歩道位置

a) 分離島

流入部には分離島（交通島）を設置することを基本とした。分離島の役割は以下である。

- ・流入車両と流出車両とを完全に分離し、両者が接触するのを防ぐ。
- ・横断歩道を設置する場合には、横断者の待避スペースにもなり、横断者の二段階横断が可能となる。
- ・前方のラウンドアバウトの存在を視覚的に示し、ラウンドアバウト手前での速度抑制を促す。

東和町ラウンドアバウトの分離島構造を図-7に示す。

分離島の延長は、設計速度に応じた減速車線長などを考慮して30m相当、分離構造は10m程度とした。分離島の幅員は、自転車を考慮し最低1.0m～2.0mを確保を目指し、通行車両軌跡により分離島の幅を決定した。さらに、分離島の環道側の先端形状は、NCHRP Report 672¹¹⁾を参考に逆走防止等を考慮した構造とした。

b) 横断歩道位置

ラウンドアバウトでは、通常型式の平面交差点と同様、歩行者がいる場合には、流入部に横断歩道を設置する。

その設置位置は、図-7に示すように環道との接続部（譲れ線）から5m程度（乗用車1台分）セットバックした位置に設置した。

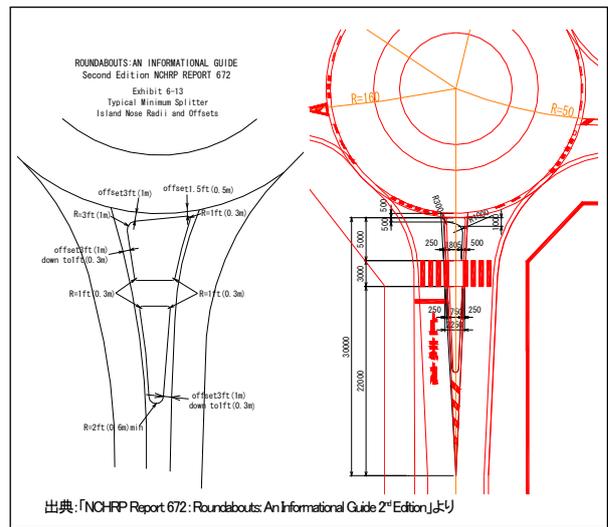


図-7 分離島の形状と横断歩道位置

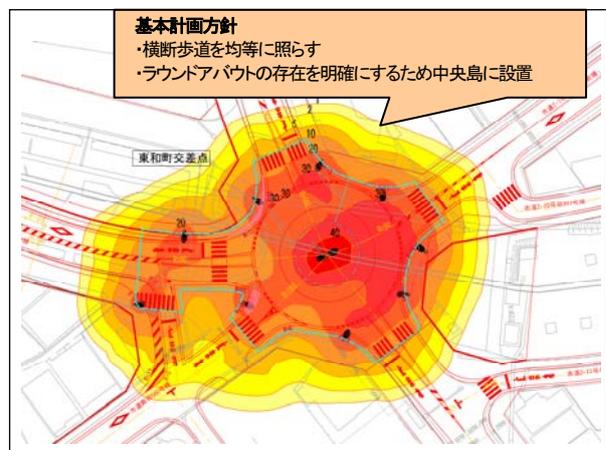


図-8 照明計画（案）（照度分布図）

(5) 照明計画

ラウンドアバウトでは信号機を設置しないため、照明の設置計画においては、とくに夜間においても交差点の存在が明確にわかるよう配慮を行った。照明の設置方法については、図-8に示すように照度分布のシミュレーションを行い、横断歩道部まで一定の照度が確保できるように留意した。また、ラウンドアバウトの存在が明確にわかるように、中央島にも照明を設置することを提案し協議中である。

5. ラウンドアバウトの交通運用

本章では、ラウンドアバウトの交通運用について、現行の道路交通法の法体系の制約の中で、「道路標識、区画線及び路面標示に関する命令」（以下標識令）及びこれまでの社会実験報告等⁴⁾⁵⁾の知見から、流入部の制御方法、道路標識、路面標示についての検討結果を述べる。

(1) 流入部の制御方法

海外における流入部の制御方法として、環道への流入部では「譲れ制御（Yield, Give Way）」が一般的である。「譲れ制御」では、環道（優先側）に車両が存在しなければ、一時停止を必要としないため、一時停止を行うより円滑な運用が可能である。しかし日本においては、

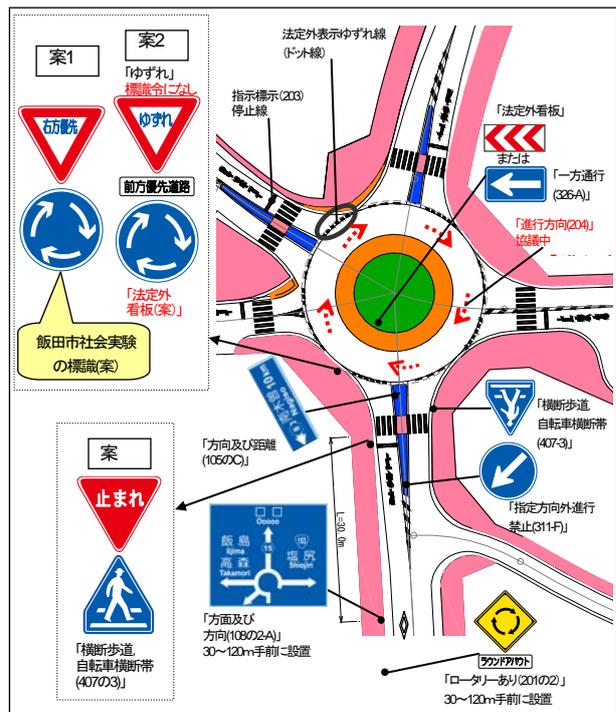


図-9 流入部の制御方式と道路標識と路面標示

「譲れ」に相当する規制が存在しないため、現行の標識令の標識では不可能である。図-9で示す「ラウンドアバウト」の補助板（看板）を提案し最終の協議中である。

(2) 道路標識

道路標識の設置案は、図-9に示すとおりである。警戒標識としては、「ロータリーあり（201の2）」、規制標識としては、中央島上に環道が一方通行路を示すため、「一方通行（326-A）」または「シェブロン」を設置、交通島（分離島）、流出部への車両の誤進入のため「指定方向外進行禁止（311-F）」を設置、案内標識としては、交差点の手前150m以内の地点に「方面及び方向（108の2-A）」を提案し協議中である。

(3) 路面標示・法定外表示

路面標示の設置案は、図-9に示すとおりである。流入部の路面標示としては、譲れ線（ドット表示）とし、流出部の路面標示としては、車道外側線相当、幅は15cm、I1、I2は100cmとする。流入部と流出部では、環道と流出入路の境界を示す路面標示により区分している。また環道内には、進行方向を示すための、破線の進行方向矢印を提案し協議中である。

6. おわりに

本稿では、東和町交差点改良事業において、信号機を撤去しラウンドアバウトに変更するという日本初の取り組みに関して、その際のラウンドアバウトの計画と幾何構造設計方法と交通運用について記述した。現在は、飯田市とともに構造等の詳細設計を詰めている状況であり、平成24年度中の完成を目指すものである。

東日本大震災以降、震災に強い交差点としてもラウンドアバウトの意義が注目されているため、今回の計画・

幾何構造設計方法の経験は、今後の日本におけるラウンドアバウト普及において大変重要な位置づけにあると考えられる。今後は、東和町ラウンドアバウトにおける実績データや経験を蓄積し、安全性などの検証を行うことが必要であると考えられる。

本稿は、（公財）国際交通安全学会「安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究」平成21年～23年の3カ年に実施した研究の中での、計画・設計に関する検討結果をとりまとめたものであり、その間、委員各位からご指導、ご鞭撻、ご協力いただきました。ここにお世話になった方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 宗広一徳・武本東・高橋尚人・渡邊政義：積雪寒冷地におけるラウンドアバウトの導入に向けた走行実験：独立行政法人寒地土木研究所月報No.703, 2011.12
- 2) 中村英樹他：安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究報告書, 2010
- 3) 中村英樹他：安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究（II）報告書, 2011
- 4) 土木学会・電気学会：ICTを活用した震災施策に関する総合調査による緊急提言3, 2011, 7月
- 5) 中村英樹, 浜岡秀勝：安全でエコなラウンドアバウトの被災地復興への貢献, IATSS Review Vol.36, No.2, 2011.10
- 6) 久保田尚, 上野俊司, 伊藤将司：譲り合いの生活道路, IATSS Review Vol.36, No.2, 2011.10
- 7) 中村英樹・大口敬・馬淵太樹・吉岡慶祐：日本におけるラウンドアバウトの計画・設計ガイドの検討, 交通工学 Vol.44, No.3, pp.24-33, 2009.
- 8) 米山喜之：ラウンドアバウトの交通運用, 交通工学 Vol.44, No.3, pp. 34-42, 2009.
- 9) 大口敬・片倉正彦・谷口正明：都市部道路交通における自動車二酸化炭素排出量推定モデル, 土木学会論文集, No.695/IV-54, pp.125-136, 2002.
- 10) (社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用, 2004.
- 11) NCHRP Report 672 : Roundabouts: An Informational Guide 2nd Edition

Planning, design and traffic operation of the first roundabout reformed from the signalized intersection in Japan

Yoshiyuki YONEYAMA, Keisuke YOSHIOKA, Yoshiyuki TASHIRO
Hideki NAKAMURA and Hiroshi SUKIGARA

Roundabouts have been focused as safer, ecological and economical grade intersection type. At Towa-cho intersection in Iida-city, based on the operational benefit and low environmental impact of roundabout from the 5-legs signal intersection and also the public agreement, the roundabout intersection is applied. It is the first time in Japan.

In this study, the discussion points on planning, designing and traffic control of the roundabout are reported based on the current studies and practical examinations in Japan. The traffic capacity of roundabout, amount of CO2 emission, comparison result with signal intersection, idea of designing alignment, size of geometric elements, traffic island and apron, signing, and road marking plan are concretely reported.