

## 車両挙動を考慮したラウンドアバウトにおけるライフサイクル分析

Life cycle analysis of roundabout intersection considering vehicle behavior

○野口淳史<sup>\*1)</sup>、福留侑悟<sup>1)</sup>、吉川直樹<sup>1)</sup>、塩見康博<sup>1)</sup>、天野耕二<sup>1)</sup>

Atsushi Noguchi, Yugo Fukudome, Naoki Yoshikawa, Yasuhiro Shiomi, Koji Amano

1) 立命館大学

\* rv0005ek@ed.ritsume.ac.jp

### 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の交差点である。信号交差点や通常の無信号交差点に替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。日本においても安全性、遅れ時間の削減及び環境負荷量の低減の利点にラウンドアバウトが注目され、導入に向けた動きが高まっている<sup>1)</sup>。

吉岡らは<sup>1)</sup>ラウンドアバウトと信号交差点のCO<sub>2</sub>排出量を実車走行実験に基づいて比較し、ラウンドアバウト型交差点の方が環境負荷量少ない結果となった。しかし、施工段階から廃棄段階までのライフサイクルを通してのラウンドアバウトと信号交差点の比較分析は行われていない。そこで今回は、車両の加減速のCO<sub>2</sub>排出量を分析することで走行実態の差を反映したラウンドアバウトと信号交差点のライフサイクル環境負荷量の算出を行い比較し評価を行う。

### 2. 研究手法

本研究では、長野県飯田市東和町のラウンドアバウトを研究対象とする。長野県飯田市東和町の交差点は安全面の問題から、信号交差点の改良もしくはラウンドアバウトが検討され、ラウンドアバウトが選択された。評価範囲を調達段階・施工段階・維持管理段階・運用・廃棄段階の5つの段階に分類する。

運用期間は15年と設定する。

a) 調達段階：ラウンドアバウト施工で要した建設材料<sup>2)</sup>の製造時、運搬時(10kmと仮定)に発生する環境負荷量を算出した。

b) 施工段階：積算書に基づき、重機施工歩掛より稼働時間を求め、その稼働時間に1時間当たりの燃料と軽油のCO<sub>2</sub>原単位を乗じて環境負荷量を算出した。

c) 維持管理段階：供用後、7年後に新材、再生材を用いたオーバーレイ工法(今回は表層の20%を修繕すると仮定した)、その8年後に新材、再生材を用いた打替え工法(下層路盤よりも上の層の取り換え)を行うと想定し、調達と運搬(10km)、施工時の環境負荷量を算出した。

d) 運用段階：ラウンドアバウトを走行する車両の挙動を分析し、環境負荷量を算出した。

東和町の交差点に設置されたCATVによって撮影された動画データを用いて車両1台につき0.1秒間隔に車両挙動を分析した。車両挙動を分析するにはビデオ画像処理システム「Traffic Analyzer」<sup>3)</sup>を使用した。調査日時は表1に示すとおりである。

表1: 調査日時

	ラウンドアバウト	改良前 信号交差点
対象日	2013/9/19	2012/5/9
対象時刻	17:00~18:00	

車両挙動から環境負荷量を算出する際には車両の加減速を中島ら<sup>4)</sup>による推定式を用いることで燃料消費量を推定し、CO<sub>2</sub>換算係数<sup>2)</sup>を掛けあわせることで環境負荷量を求めた。

用いた推定式を(1)~(4)に示す。

$$\text{加速 } FC_1 = 0.5119a + 0.2858 \quad (1)$$

$$\text{定常 } FC_2 = 0.00259V^2 + 0.0209 + 0.1808 \quad (2)$$

$$\text{減速 } FC_3 = 0.2061a + 0.2848 \quad (3)$$

$$\text{アイドリング } FC_4 = 0.258 \quad (4)$$

FC : 平均燃料消費量 [cc/s]

a : 加速度 [m/s<sup>2</sup>]

V : 平均速度 [m/s]

e) 廃棄段階：ラウンドアバウト以前の交差点の撤去と周辺構造物の撤去、残土と取り壊し構造物の運搬時の環境負荷量を算出した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 運用段階

ラウンドアバウトと改良前信号交差点における対象日時の車両台数及び環境負荷量推定結果を表2に示す。

表2:対象日時の環境負荷量

	ラウンドアバウト	改良前信号交差点
車両台数(台)	835	816
対象日時の総燃料消費量(L)	4.84	6.32
環境負荷量(kg-CO <sub>2</sub> )	11.24	14.67
平均環境負荷量(kg-CO <sub>2</sub> /台)	0.014	0.018

本稿は国際交通安全学会<sup>5)</sup>により、ある平日1日の昼間(7~19時)の交通量データに道路交通センサスの交通量の昼夜比率を乗じることで夜間(19時~7時)の車両台数を算出し、それを合計して1日の交通量とした。その値に15年を乗じたものを運用段階の環境負荷量として算出した。1日の交通量の推計値を表3に示す。

表3:1日の交通量

昼(7時~19時)	7,721台
夜(19時~7時)	2,316台
合計(24時間)	10,037台

図1はラウンドアバウト、改良前信号交差点の環境負荷量の算出結果である。信号交差点に比べラウンドアバウトでは車両が緩やかな加速をすることや車両の停止時間の減少により環境負荷量が少なくなることがわかった。

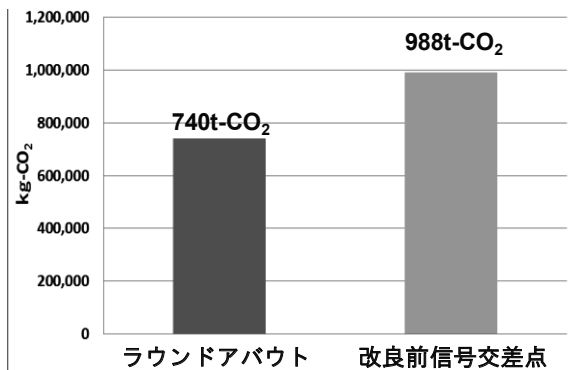


図1:運用段階の環境負荷量

### 3.2 その他の段階

図2は調達段階、施工段階、維持管理段階、廃棄段階におけるラウンドアバウト化事業と信号改良化事業の環境負荷量の算出結果である。

両事業の環境負荷量を比較すると、いずれの工法、材料においても15年間の維持管理を行うとラウンドアバウト化事業が信号交差点の改良化事業に比べ約3,000(kg-CO<sub>2</sub>)環境負荷量が少なくなることがわかった。

初期建設(調達、施工、廃棄段階)においては施工面積からラウンドアバウト化事業の環境負荷量が交差点改良化事業に比べ多くなったが、維持管理段階におい

てLED信号の稼働による消費電力が多く生じたため、長期的に維持管理を行えば交差点の改良事業の環境負荷量がラウンドアバウト化事業を上回る結果となった。

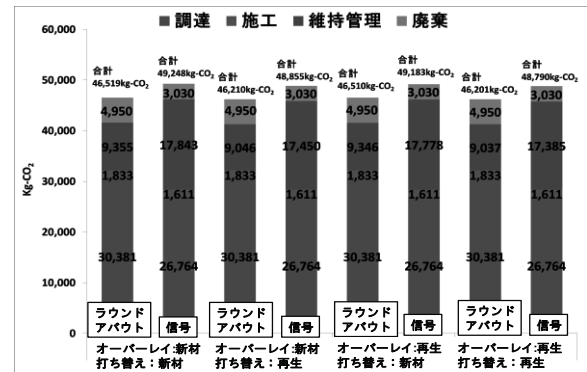


図2:システム境界内における環境負荷量

### 4. おわりに

本研究では、ラウンドアバウトのライフサイクルにおける環境負荷量を算出した。今後は、運用段階において、ラウンドアバウトを走行する車両の走行速度プロファイルの平均値を分析することで自由交通流による速度プロファイルの推定を行い、他の設計条件に適用できるモデル化を検討していく。また信号改良化交差点に関しては車両挙動の分析方法を検討していく予定である。

### 5. 謝辞

本研究の遂行にあたり、飯田市建設部地域計画課より資料の提供を受けた。ここに記して謝意を表します。

### 6. 参考文献

- 1) 吉岡慶祐・米山喜之・宗平一徳・中村英樹・大口敬:実車走行実験に基づくラウンドアバウトと信号交差点のCO<sub>2</sub>排出量の比較分析,土木学会論文集D3(土木計画学),Vol.68, No.5, I\_1253-I\_1259(2012)
- 2) 環境省:算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧,環境省,(オンライン),<http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran.pdf>
- 3) 鈴木一史・中村英樹:交通流解析のためのビデオ画像処理システムTrafficAnalyzer 開発と性能検証,土木学会論文集D, Vol.62, No.3 pp.276-287,2006
- 4) 中島ひろ子,大原浩社,小栗康文,鈴木隆,吉田正武:実走行における燃料消費量の推定,社団法人自動車技術会学術講演会前刷集No.108-99pp13-16,1999
- 5) 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,国際交通安全学会報告書,2013