

農業用トラクタヒッチ点位置制御による牽引車両の追従性向上の検討 ～試作機の製作と効果について～

本間 毅^{a)}、瀧川 具弘^{b)}

^{a)}筑波大学生命環境科学等支援室（農林技術センター）

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

^{b)}筑波大学生命環境科学研究科

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

トラクタで牽引車両を牽引する場合に生ずる内輪差を減少させるため、ステアリング角度に合わせてヒッチ点を横方向に移動制御する方式を提案した。そして、考案した公式を応用した試作機を製作し、路上において性能試験を行った。その結果、製作した試作機は問題なく機能し、U字ターンや8の字ターン時でも、本方式によって牽引車両の追従性能は確実に向上していることが確認された。

キーワード：牽引車両、内輪差、追従性、ヒッチ制御

1. はじめに

トラクタで牽引車両を牽引して走行する場合、進路変更時にトラクタ走行軌跡と牽引車両の走行軌跡に内輪差が生じることが一般に知られている。農業機械作業には牽引作業機を使用する作業は多くあり、農林技術センターでも頻繁に使用されている。内輪差は作業に影響を与え、時には事故の発生にもつながり安全性の面からも改善が求められている。この内輪差を減少させることすなわち牽引車両の追従性を向上させることにより、作業性、安全性の向上を図ることが可能であると考えられる。

まず、右旋回のみ可能な試作機を製作し基礎試験を行ない、本方式により追従性の向上が図られ、また、他の方式に比べ実用性も高いことが分かっている。この成果は既に報告済みである^[1]。本報告は、以前製作した試作機を改良し、路上において追従試験を行った際の効果について報告する。

2. 試作機の概要

試作機は、制御部と本体部に分けられ、改良は本体部のみ行った。

2.1 制御部

制御部は、トラクタの操舵角度と移動するヒッチ点位置を検出する2つのリニア式エンコーダー、トラクタと牽引車両の折れ角を検出するロータリーエンコーダー、油圧方向制御弁を制御するためのリレーおよびコンピューターから構成される。

2.2 本体部および改良点

以前製作した試作機は、油圧シリンダー先端金具

に直結したヒッチ部を、油圧方向制御弁を介して油圧シリンダーを伸縮させ横移動させていた。その為、ストロークを長くしてトラクタに装着することは困難であることから、右旋回時のみ作動するもので最大ストロークは600 mmであった。これを、油圧モーターでボールネジを回転させてヒッチ部を横移動させる方式に変更し、最大ストローク1,300 mmで左右旋回に対応可能となった。本体部は、長さ2,240 mm、奥行き400 mmおよび高さ640 mmあり、トラクタの3点リンクで簡単にトラクタに装着することができる（図1）。



図1. 試作機をトラクタに装着した状態

本体部の製作にあたっては、今後、実作業による試験も予定していることから、牽引車量の荷重ができるだけレールガイド中心部にかかり、レールガイドおよびレールにねじれ方向に荷重がかからないように考慮し、また、トラクタにより左右のロアリンクの間隔は異なることから、小型から大型トラクタまで対応できるようにロアリンクピンは内・外向き両方で使用可能とした。

3. 試験の方法

試験は、農林技術センター所有のトラクタおよび試験用に製作した牽引車両を使用して、農林技術センター内路上において行った。トラクタ後輪車軸中心部および牽引車両車軸中心部から水滴をたらしながら走行し、水滴跡をそれぞれの走行軌跡とし、軌跡差を計測した。試作機を作動させず通常通りヒッチ点を中心に固定した状態（以後、非作動時）とス

テアリング角度に合わせてヒッチ点を移動させた場合（以後、作動時）の軌跡差を比較した。

4. 結果

まず、ステアリング角度を一定に保ち、旋回を行い軌跡差を計測した（図2）。ステアリング角度は、15度から30度まで5度間隔で行った。非作動時は、走行開始後牽引車両が内側に入り、軌跡差は徐々に大きくなり、ほぼ1回旋回したときの最大差は、ステアリング角度15度で0.26m、30度で0.64mとステアリング角度が大きくなるに従い大きくなった。作動時には、走行開始直後は、牽引車が一時的に外側を通るが、すぐにトラクタ軌跡に近づき、その後は、非作動時のように軌跡差が大きくなっていくことはなかった。最大軌跡差は、ステアリング角度30

度の0.05mであった。次に、通常作業時に頻繁に行われるU字ターンを行い軌跡差を計測した（表1）。非作動時は、旋回頂点と旋回終了の中間付近の軌跡差が最も大きく0.73mであった。作動時では、旋回開始付近および終了付近の軌跡差が大きく最大0.32mであった。旋回開始付近および終了付近に大きな軌跡差ができる原因は、ステアリング操作直後にヒッチ点が移動するため、旋回開始付近では牽引車両がトラクタより外側を通り、旋回終了付近では内側を通る。この原因を解消するためトラクタの速度に合わせてヒッチ点の作動開始を遅らせるようにプログラムを変更した。その結果、最大軌跡差は0.11mに減少した。8の字ターンを行った際も、U字ターンと同程度の結果となった。

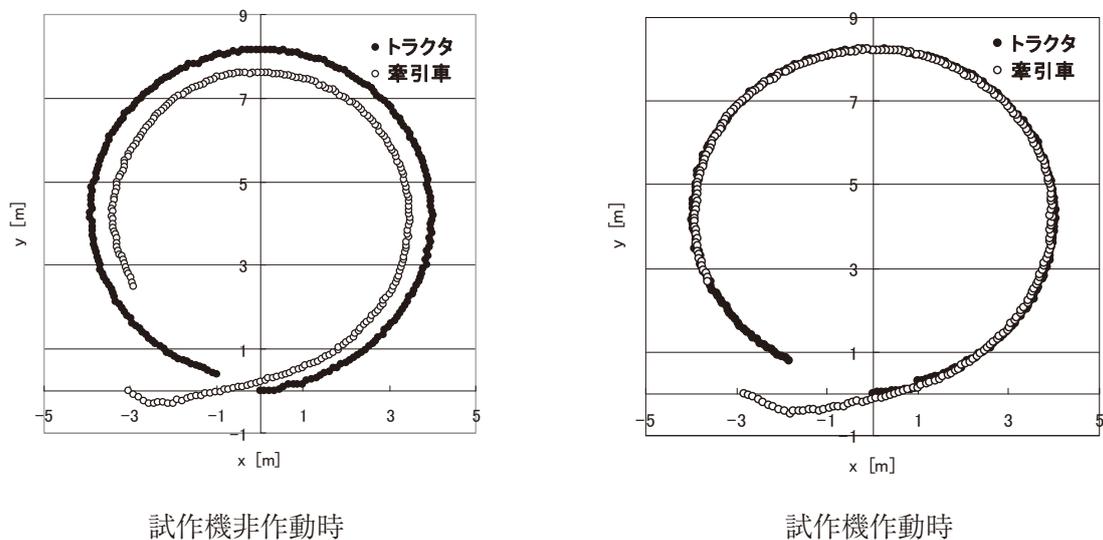


図2. 旋回時の軌跡

表1. U字ターン時の軌跡差

	軌 跡 差 [m]			
	旋回開始付近	旋回頂点付近	旋回終了付近	最大
非作動	0	-0.5	-0.46	-0.73
作動	0.32	-0.05	-0.30	0.32
時差作動	-0.11	0	0.07	-0.11

5. 考察

追従試験の結果から、製作した試作機は問題なく機能し、本方式により追従性は確実に向上され、特に、U字旋回および8の字旋回の結果から、実作業における作業性向上も十分に期待できることが確認された。今後は、数種の実作業試験を行い、実作

業での様々なトラクタ操作に対応できるよう検討を行うほか、実用性の面でも検討を進めていきたい。

参考文献

- [1] T. Takigawa, T. Honma, Q. Zhang, T. Ahamed, P. Jyunyusen, M. Koike, Development of Hitch Position Control and Its Applications, Journal of JSAM. 68(6) (2006) 51-58.

Examination of tracking performance of trailer by controlling hitch position

Tsuyoshi Honma^{a)}, Tomohiro Takigawa^{b)}

^{a)}Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

^{b)}Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572 Japan

To reduce off-tracking of a vehicle towed by a tractor, the control method in which hitching position was controlled based on the steering angle of the tractor was proposed. The prototype hitching position controller was fabricated, and the performance tests were conducted by using it. Through the experiments, it has been confirmed that tracking performance of the trailer during U-turn and 8-turn was significantly improved.

Keywords: trailer; off-tracking; tracking ability; hitch control