

水田における中大型ホイールトラクタの走行可能性の判定

—とくに旋回特性とその可能性について—

井上喬二郎・竹園 尊・石原修二・甲斐俊二郎・鬼鞍 豊
(九州農業試験場)

INOUE, K., TAKESONO, T., ISHIHARA, S., KAI, S. and ONIKURA, U.
Prediction of Trafficability of Wheel Tractor in Paddy Field

— On trafficability of the tractor at turning —

トラクタの走行可能性という場合は、自走・プラウ耕・ロータリ耕など作業時の直進走行の可能性をいうことが多い。しかし、旋回は耕起作業法の如何にかかわらず、耕起作業において不可欠の工程であり、旋回の可能性を明らかにし得ないで耕起作業の可能性を明らかにすることはできない。このため、軟弱な状態におけるホイールトラクタの旋回(枕地回行)についての試験を行なったので、その概要を報告する。

試験方法

第1表 供試土壌の土性・アッターベルグ常数

供試土壌	土性	アッターベルグ常数(%)		
		液性限界	塑性限界	塑性指数
和鹿島干拓地	SiC	60.0	33.4	26.6
九州農試	CL	58.4	39.6	18.8

(注) 1. 地表面より15cmの作土層
2. アッターベルグ常数はJISA1205による。

第2表 供試トラクタの車輛指数

供試トラクタ	出力(ps)	タイヤ寸法		後輪の可動性指数	後輪の車輛指数	車輛指数
		前輪	後輪			
ファーマン MFD 25	25	5.75-16	10-28	35.0	42.0	56.7

第3表 トラクタの分担荷重

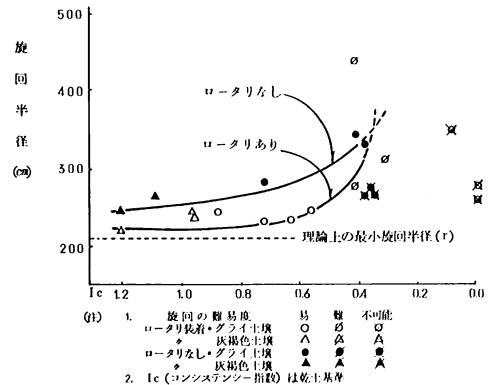
	全重量(kg)	前輪荷重(kg)	後輪荷重(kg)	備考
トラクタ本体のみ	1295	505	790	
トヨタロータリ装着時	1665	500	1565	和鹿島干拓地における状態
ランドマスター装着時	1630	260	1370	九州農試における状態

結果および考察

旋回半径と旋回所要時間

土壌が適当な剪断抵抗を有し、後輪荷重がある程度以上であると、そのトラクタは理論上の最小旋回半径(旋回に際し、内側後輪の地表面との接点を軸として、点回転をする場合の旋回半径のことで、その場合の外側前輪の軌跡は、前後輪の接地点の対角線rを半径とする円で供試したトラクタのrは210cm)で回り得る。各種土壌条件下の旋回半径は第1図のとおりであり、土壌水分が少ない場合は、後輪荷重の大きい方が旋回半径は小さい。土壌水分が増大すると、後輪荷重の大小にかかわらず旋回半径を大きくとらざるを得ないが、後輪荷重が大きい場合は、旋回半径を大きくとることも限界がある。

旋回所要時間は、ほぼ旋回半径に比例する。

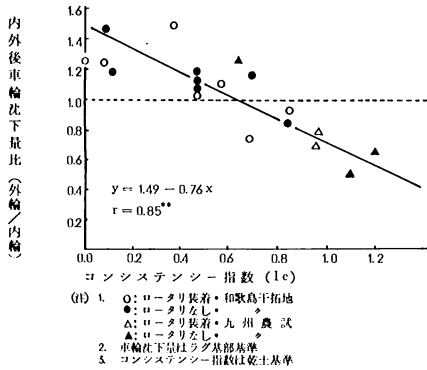


第1図 土壌条件と旋回半径

旋回における後輪沈下量

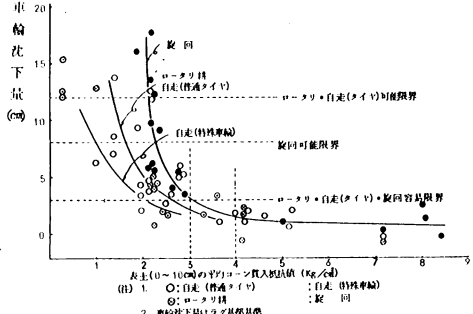
旋回における左右の後輪の沈下量はかならずしも等しくない。第2図のように、左右車輪の沈下量はある水分(第2図ではIc 0.5~1.0)のところ等でしく、土壌水分が少ない時は内側車輪の沈下量が大きく、土壌水分が多い時は外側車輪が大きい。

旋回の可能性が問題になるのは高水分条件下(Ic 0.5~0.6以下)であって、高水分条件下における



第2図 旋回における内外後車輪の沈下量

車輪の沈下量は、外側後輪の方が常に大きいことから、車輪の沈下量を旋回可能性の制限因子とする場合は、外側後輪の沈下量で表示すべきであろう。表土の平均コーン貫入抵抗値の減少に伴って、車輪の沈下量は増大し、 3 kg/cm^2 より 2 kg/cm^2 にかけて沈下量は急激に増大する。この沈下し始める抵抗値 (3 kg/cm^2) は、自走・ロータリ耕・プラウ耕・旋回の何れもほぼ同様である。しかし、自走 (普通タイヤ)・ロータリ耕では、沈下が始まって作業が困難となり、次いで不可能となるまでに、ある程度の中広い条件の変化 (条件の悪化) が許されるが、旋回の場合は非常に狭く (第3図), プラウ耕と共に、最も良い土壤条件を必要とする作業といえよう。



第3図 貫入抵抗値と車輪沈下量

旋回における後車輪滑り率

旋回における後車輪の滑り率は、自走・ロータリ耕に比べ著しく大きく、ほぼプラウ耕に等しい。すなわち、自走では、車輪沈下量が0cmの場合の滑り率はほぼ0%であり、ロータリ耕では、車輪沈下量が0cmの場合の滑り率は負の値 (0~10%) をとるのに対し、旋回では、プラウ耕と同様に、車輪沈

下量0cmにおける滑り率は10%前後となる。

旋回の可能限界値・容易限界値

旋回可能条件

- (1) 旋回半径: 旋回容易の範囲は $1.0r \sim 1.2r$, 旋回可能の範囲は $1.2r \sim 1.5r$ 程度と考えられる。
- (2) 滑り率: 外側後輪の駆動力のみで旋回するので、自走・ロータリ耕に比べると、同一沈下量における滑り率は大きく、また大きいところまで作業可能で、容易限界の滑り率は20%, 可能限界は40%程度と考えられる。
- (3) 沈下量: 容易限界の沈下量は3cm, 可能限界の沈下量は8cm程度と考えられる。

以上より、普通タイヤ使用時の旋回可能条件は第4表が適当と考えられた。

旋回の限界値

性格を異にする供試した両土壤間の限界値に、殆んど差がなく、普通タイヤ使用時の旋回可能限界値・容易限界値は、ほぼ第4表程度と考えられた。すなわち、旋回は、自走・ロータリ耕に比べ、よりよい条件を必要とし、普通タイヤ使用時のプラウ耕の数値に近いものとみられた。

第4表 トラクタ作業可能前提条件と判定基準

	旋回		ロータリ耕		プラウ耕	
	容易限界	可能限界	容易限界	可能限界	容易限界	可能限界
前提条件						
旋回半径 (cm)	$1.2r >$	$1.5r >$	-	-	-	-
後車輪滑り率 (%)	$20 >$	$40 >$	$10 >$	$20 >$	$20 >$	$40 >$
後車輪沈下量 (cm)	$3 >$	$8 >$	$3 >$	$12 >$	$3 >$	$10 >$
耕深 (cm)	-	-	$10 <$	$10 <$	$12 <$	$12 <$
作業速度 (km/h)	-	-	$0.5 <$	$0.3 <$	$0.6 <$	$0.6 <$
判定基準						
コーン貫入抵抗値 (kg/cm^2)	$4.0 <$	$3.0 <$	$4.0 <$	$25 <$	$4.0 <$	$3.0 <$
矩形板沈下量 (cm)	$2.0 >$	$6.0 >$	$3.0 >$	$8.0 >$	-	-
コンシステンシー指数	$0.6 <$	$0.4 <$	$0.5 <$	$0.3 <$	$0.6 <$	$0.4 <$

- (注) 1. ホール型トラクタで普通タイヤを使用した場合。
2. 旋回半径のrは前後輪の接地点を対角に結んだ線の長さ。
3. 車輪沈下量はラジ基部を基準とする。
4. コーンは頂角 30° , 底断面 2cm (SR11-1コーン)で、0~10cmの平均値。
5. 矩形板はSR11-1大プレート (50kg載荷重)
6. コンシステンシー指数は乾土基準

この試験を通じて、従来殆んど問題にならなかった旋回が、ロータリ耕・プラウ耕以上に、耕起作業を進める上の制限因子となっていることを明らかにすると共に、軟弱な状態における水田でのトラクタ作業の可能性を、客観的に表示することができた。