



Title	車輪走行性総合解析システムの開発(生物生産学科)
Author(s)	鹿内, 健志; 上野, 正実; 岡安, 崇史
Citation	琉球大学農学部学術報告 = The Science Bulletin of the Faculty of Agriculture. University of the Ryukyus(41): 169-175
Issue Date	1994-12-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/3763">http://hdl.handle.net/20.500.12000/3763</a>
Rights	

## 車輪走行性総合解析システムの開発

鹿内健志\*・上野正実\*・岡安崇史\*\*

Takeshi SHIKANAI, Masami UENO and Takashi OKAYASU : Development of a total analyzing system for traveling performances of a wheel

**キーワード** : 総合解析システム, 車輪走行性, データベース, データ管理

**Key words** : total analyzing system, traveling performance of a wheel, database, file manager

### Summary

In order to analyze the basic traveling performances of a wheel, we have developed a total analyzing system. The system is composed of five sub-systems, i.e., a measuring system of experimental data, an detecting system of soil deformation, a filing system of data, a file manager and data manipulating systems. Traveling tests of the wheel are executed with assist from supporting functions of the system and a soil bin test apparatus. Experimental data and manipulated data are stored in the hard disk unit based on a concept of the database. So, we can perform quick searching and freely manipulate the stored data. Some examples to apply this system showed that enable us to analyze totally and effectively the traveling performances without any difficulty.

### 緒 言

農業機械など不整地作業機械の走行性の向上を図り、合理的な走行装置を設計するためには、走行装置と路面との相互作用を解明することが重要である。車輪の走行性に関する研究は従来より多くの研究者によって行われ、すべりなどの影響因子と走行性との関係について検討されてきた<sup>1)</sup>。相互作用をより本質的に解明するために、車輪走行時の土壌の変形を分析する研究も試みられている<sup>4)</sup>。

これらの研究にも関わらず、基本的走行性としてのけん引力などは、その発生メカニズムさえも十分には明らかになっていない。走行性能はいくつかのパラメータにより構成され、また、多くの因子に影響を受けるが、従来の研究はすべり率のような単一の因子との関係で検討したものにとどまっていた。したがって、走行実験データを様々な角度から多元的に分析することが重要であると考え。特に、土の変形を走行性能との関係で議論した例は少なく、これらの関係を総合的に解析することが必要となる。

---

\*琉球大学農学部生物生産学科

\*\*琉球大学大学院農学研究科農業工学専攻

著者らは、このような観点より、精密車輪実験装置を用いて様々な条件で実験を行い、多くのデータを蓄積してきた<sup>2)</sup>。しかし、実験データ量が増加するに伴って、これらを管理・保存し、多角的に解析することが困難になってきた。そこで、本研究では、データベースの考え方に基づいて、統一した形式で実験データをファイリングし、これらを統括管理するとともに、グラフィック機能を備えたプログラムライブラリにより多様な解析を行う車輪走行性総合解析システムを構築した。また、実験を円滑に進めるために、実験手順をモニタ画面に表示し、データを自動的に計測する実験支援機能を付加した。本システムにより、車輪の走行性に関して、多角的な解析が可能になった。

## システムの構成

### 1. システムの概要

システムは、図1に示すように、「データ計測システム」、「土壌変形解析システム」、「データファイリングシステム」、「データ管理・検索システム」および「データ解析プログラムライブラリ」の5つのサブシステムより構成されている。これらは有機的に関連しており、データ計測から解析および結果の出力まで一貫して実行できる。

ハードウェアの構成例として、ここでは、図2に示すように、精密車輪実験装置、パーソナルコンピュータ (NEC製 PC 9801-RA)、多チャンネルデータログ (NEC三栄製 7V14)、 GPIB ボード、ハードディスク、プリンタおよび XY プロッタを使用した。

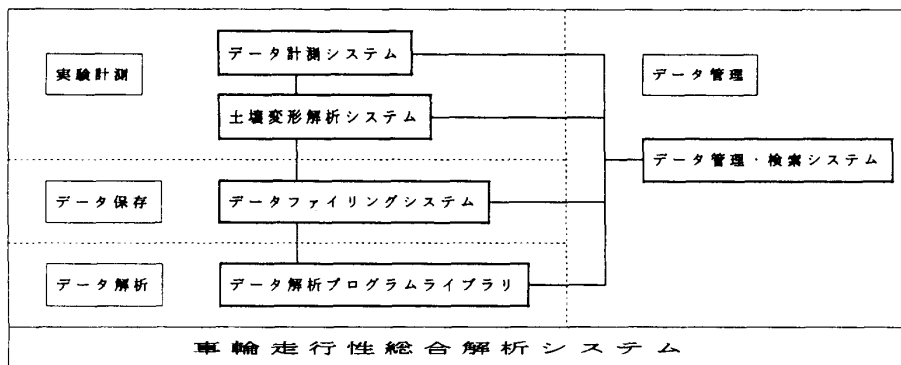


Fig. 1 General structure of the system

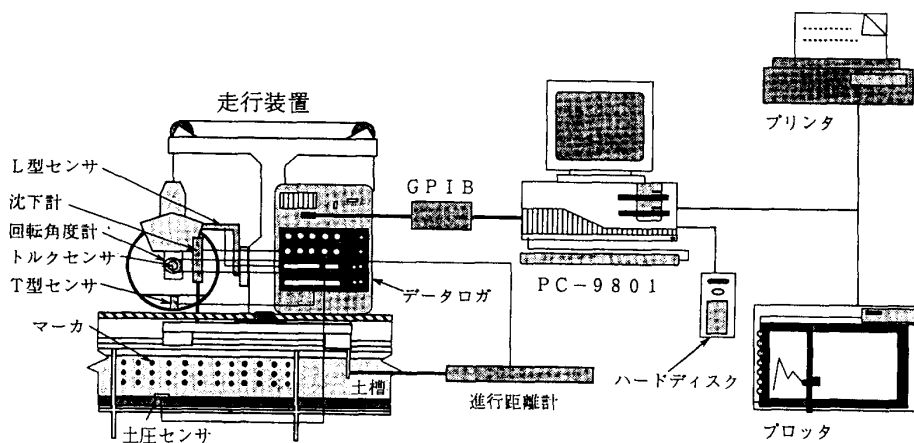


Fig. 2 Diagram of the hardware system

データ計測システムでは、実験装置の各センサからのデータを多チャンネルデータログより GPIB インターフェースを通し、パソコンに入力する。これらのデータは、データファイリングシステムによってハードディスク上に保管され、データ管理・検索システムにより統括管理される。また、ハードディスク内にはデータ解析プログラムライブラリが保管されている。このライブラリは、解析内容に応じてデータ管理・検索システムにより呼び出され、その解析結果はモニター画面やプリンタまたはプロッタへ出力される。

Table 1 Measuring items

けん引力	L型センサ
車軸鉛直（接地）荷重	L型センサ
車軸トルク	トルクセンサ（クロスゲージ）
回転角	回転角度計（ポテンショメータ）
進行距離	進行距離計（ポテンショメータ）
沈下量	沈下計（ポテンショメータ）
車軸接地応力 （法線，接線応力）	T型センサ
土 圧	土圧センサ
土壌変位	マーカ，平面位置読みとり装置

## 2. データ計測システム

実験装置に装着した各センサにより表1に示す項目が測定される。データはA/D変換器を内蔵した多チャンネルデータロガを介し、GPIBインターフェースを通してパソコンに集録される。多チャンネルデータロガは、チャンネル数の増設も可能で、システムの拡張も容易である。データは、けん引力、接地荷重、接地面応力、沈下量な

どの力学量に換算され、オンラインでモニタ画面に表示され、走行中の挙動を逐一観察できる。

実験を行う際には、メニュー方式により作業手順がモニタ画面に表示される。この実験支援機能により、センサ類の初期バランス、すべり率、初期接地荷重などの設定が容易に行える。

## 3. 土壌変形解析システム

土壌変形の解析は、土槽の亚克力製側壁を通してマーカの位置を写真撮影し、平面位置読取装置で写真からマーカ座標を読み取ることによって行った。マーカの座標値は土壌変位データとしてハードディスクに保存される。変位量は約0.03mmまで検出可能である<sup>3)</sup>。この土壌変位データよりひずみを算出し、その分布を求める。

## 4. データファイリングシステム

実験によって集録されたデータファイルは一括してハードディスク上に保存される。ハードディスクは大量のデータを保存するのに十分な100Mbyteの容量のものを用いた。また、データへのアクセス時間を短縮するためSCSI方式のものを用いた。保存されるデータは、けん引力、沈下量など走行実験より得られた走行性能データ、土壌変形解析システムより得られた土壌変位データ、および、走行性能データや土壌変位データを解析して得られた解析結果データである。これらは、ハードディスクをいくつかのディレクトリに分割し、種類別にそれぞれ別のディレクトリに保管した。データ形式は統一してあるので、データ解析においては、いずれのデータに対しても一定の手順でアクセスすることができる。実験条件とファイル名を対応させ、データの検索が容易に行えるようにした。

## 5. データ管理・検索システム

ファイリングされたデータは、データ管理・検索システムで統括管理される。このシステムは、必要なデータファイルを探し出すための検索プログラム、全てのデータの実験条件を記入した実験条件データファイル、および、データファイル名を記録したデータ管理ファイル、の3つの部分で構成される。

実験条件データファイルは、データが集録されたときの実験条件（実験日、すべり率、接地荷重など）が記録されている。データ管理ファイルは、現在ファイリングされている全てのファイル名を保存し、検索や解析を行うときにシステム中のデータに関する情報を与えるものである。

データ検索は、図3に示すデータ管理・検索システムのメニュー画面上でマウスを操作することによって行う。メニューの選択により、実験年度、すべり率、接地荷重、土槽深さの項目を指定してファイルを検索することができる。検索を実行すると、システムは実験条件データファイルを参照し、求めているデータを探し出す。呼び出されたデータの情報は画面右下に表示される。さらに詳しい情報（例えば、最大けん引力、平均けん引力、沈下量など）は、「詳細印刷」を選択すれば、図4に示すようにプリンタ出力される。

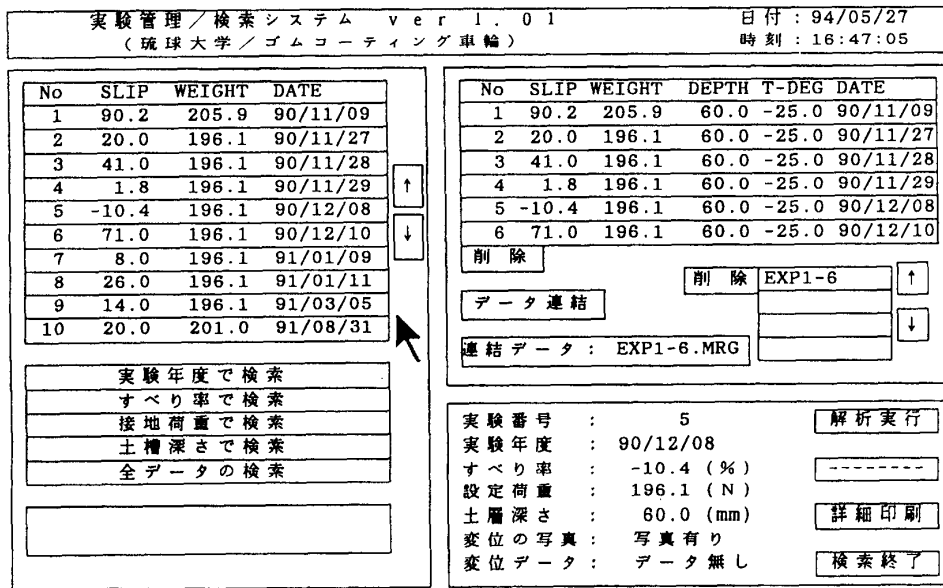


Fig. 3 Menu view of file manager

実験データ名	REXP1	データ区間	301~1148 Step
すべり率	90.2 %	間隙比	0.610
車輪荷重	205.9 N	初期沈下量	-1.782 mm
土槽深さ	60.0 mm	初期 T 型センサ角	-25 Deg

最大けん引力	95.09 ( N )	1.20 (Deg)	353
平均けん引力	69.49 ( N )		
最大トルク	18.58 (N·m)	165.02 (Deg)	785
平均トルク	16.97 (N·m)		
最大接線応力	4.03 (kPa)	14.43 (Deg)	386
最大法線応力	19.93 (kPa)	15.10 (Deg)	388
最大接地荷重	218.58 ( N )	209.18 (Deg)	903
平均接地荷重	203.33 ( N )		
全沈下量	-10.40 ( mm )	191.08 (Deg)	855
全すべり沈下量	-8.61 ( mm )	191.08 (Deg)	855
最大土中応力	0.00 (kPa)	0.00 (Deg)	0

Fig. 4 Print-out format about details of an experiment result

新しいデータがファイリングされると、実験条件データファイルおよびデータ管理ファイルは自動的に更新され、常に最新の情報が記録される。

### 6. データ解析プログラムライブラリ

データ解析プログラムライブラリには走行性能を解析するためのプログラムが保管されている。これらのプログラムはグラフィック機能を備えており、解析結果はモニタ画面やプリンタまたはプロッタに出力される。

図3のメニュー画面から「解析実行」をマウスで選択すると、図5の下部に示すようなメニュー画面が表示される。この中より、実行する解析内容を選択することによりプログラムが実行される。「データ連結」を選択すると、複数のデータの解析結果を連結して出力し、結果の比較検討を容易にすることができる。

土壌変形の解析では、図6に示す「ひずみ解析」のメニュー画面をマウスで指示することにより、ワイヤフレーム図やひずみ分布図などが出力される。土壌変位データと走行性能データの2つのファイルを読み込み、土壌変位と走行性能を同時に解析することも可能である。

実験管理/検索システム ver 1.01				日付: 94/05/27			
(琉球大学/ゴムコーティング車輪)				時刻: 16:47:42			
No	SLIP	WEIGHT	DATE	No	SLIP	WEIGHT	DEPTH T-DEG DATE
1	90.2	205.9	90/11/09	1	90.2	205.9	60.0 -25.0 90/11/09
2	20.0	196.1	90/11/27	2	20.0	196.1	60.0 -25.0 90/11/27
3	41.0	196.1	90/11/28	3	41.0	196.1	60.0 -25.0 90/11/28
4	1.8	196.1	90/11/29	4	1.8	196.1	60.0 -25.0 90/11/29
5	-10.4	196.1	90/12/08	5	-10.4	196.1	60.0 -25.0 90/12/08
6	71.0	196.1	90/12/10	6	71.0	196.1	60.0 -25.0 90/12/10
7	8.0	196.1	91/01/09				
8	26.0	196.1	91/01/11				

削除  ↑

データ解析モード

総括グラフ	グラフ(連結)	作用線	接地応力分布	
				解析モード終了

Fig. 5 Menu view of data manipulating system

土槽実験土中ひずみ解析メニュー		ひずみデータの解析条件
ワイヤフレーム図	主ひずみ図	実験番号 [EX= 13] 実験年度 91/09/10 データ名 T13A0.DAT  すべり率 [ 41.0] % 車軸重量 [ 205.9] N 土層深さ [ 60.0] mm 進行距離 [ 0.0] mm 沈下量 [ 0.0] mm けん引力 [ -0.1] N トルク [ 0.2] Nm  実験前 [ 0.0] ° 実験後 [ 0.0] °
ベクトル図	重ね合わせ図( $\epsilon_v$ )	
体積ひずみ図	重ね合わせ図( $\epsilon_x$ )	
水平方向の垂直歪図	重ね合わせ図( $\epsilon_y$ )	
鉛直方向の垂直歪図	重ね合わせ図( $\gamma_{xy}$ )	
せん断ひずみ図	解析終了	

Fig. 6 Menu view of strain analysis

### 解析事例

本システムを用いて行った解析事例を示す。データ連結機能により、3種類のすべり率について、車輪回転角とけん引力の関係を解析した例を図7に示す。この図より、すべり率が高いほどけん引力は大きく、また、走行中にけん引力は一定ではないことなどがわかる。けん引力は土壤反力の水平成分であるので、けん引力が変動する現象を土壤反力ベクトルの挙動より解析してみた。図8は、「データ解析」メニュー画面より「作用線」を選択して表示した土壤反力ベクトル図である。この図は、反力ベクトルの方向や作用位置は、一定ではなく移動することを示している。これらの結果は、けん引力の変動は土壤反力ベクトルの変動と連動しており、両者に密接な関係があることを示唆している。

図9に、「ひずみ解析」メニューより出力された土中のせん断ひずみ分布図を示す。ひずみ分布とともに、けん引力、車軸トルクが同時に画面に表示されるので、両者を比較して検討することができ、土壤と車輪との相互関係をより高度に解析する可能性が得られた。

これらは本システムの機能の一端を示したものであるが、走行性能の構成要素と影響因子との関係を多元的にとらえることができるようになり、車輪走行性能の解明に大きく役立つことが期待される。現在、本システムを駆使し、けん引力の発生・変動メカニズムと土壤変形との関係にターゲットを絞り、解析を進めているところである。

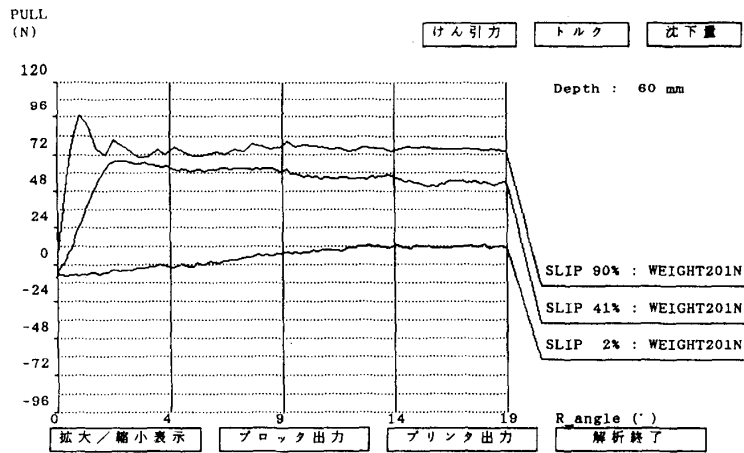


Fig. 7 Relationship between wheel rotation angle and drawbar pull

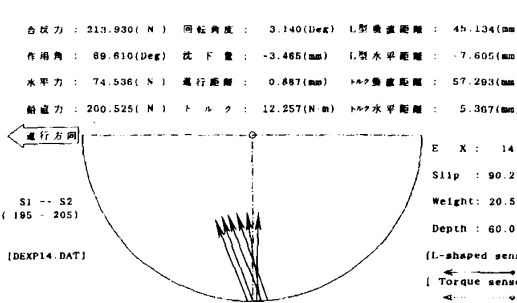


Fig. 8 Resultant soil reaction vectors

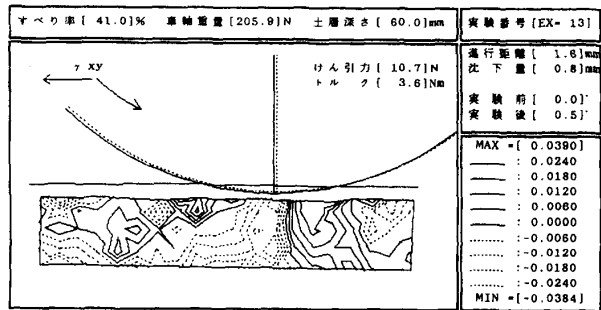


Fig. 9 Distribution of shear strain

摘要

車輪の基本的な走行性能を解明するために総合解析システムを開発した。本システムは、データ計測システム、土壌変形解析システム、データファイリングシステム、データ管理・検索システム、および、データ解析プログラムライブラリの5つのサブシステムから構成されている。実験支援機能により、精密車輪実験装置による実験のデータ集録から解析までを容易に行うことができる。データや解析プログラムはデータベースの概念に基づいてハードディスクに保存され、検索などの管理作業が効率的に行える。これにより、多量のデータの取り扱いが容易になり、解析を効果的に進めることができる。本システムは、車輪の走行性能と影響因子との関係を多角的に解析することができ、その解明に有効であることをいくつかの解析例で示した。

引用文献

1. 河原荘一郎, 星加泰央 1993 転圧ローラによる砂質地盤の締固めと走行性との関連性, テラメカニクス, 13 : 39~45
2. Nohse, Y., Hashiguchi, K., Ueno, M., Shikanai, T., Izumi, H. and Koyama, F. 1991 A measurement of basic mechanical quantities of off-road traveling performance, J. Terramechanics, 28 (4) : 359~370
3. 上野正実, 橋口公一, 泉裕巳, 後藤春樹, 能勢行則, 鹿内健志 1993 走行車輪下の土の変形解析システムの開発, 九大農芸誌, 48 (1・2) : 103~110

4. Windisch, E.J. and Yong, R.N. 1970 The determination of soil strain - rate behaviour beneath a moving wheel, J. Terramechanics, 7 ( 1 ) : 55~67