

## I. はじめに

車輪に発生するけん引力は車輪と土壌の相互作用による接地応力の合成された結果として表され、接地応力の分布により決まる。従って、車輪のけん引力発生メカニズムを明らかにするには車輪走行中の接地応力分布について詳細に解析を行う必要がある。また、土壌の変形について調査し、接地応力との関係について明らかにすることにより車輪と土との相互作用の力学的な解析が可能になる。従来より車輪下の土壌変形解析として粒子マーカによる写真法、X線照射法及びモアレ法等を用いた例が報告されている。しかしこれらの方法は土中のすべり状態や破壊パターンを定性的に観察するのに適しているが、破壊に至るまでの小さなひずみを十分な精度で定量的に検討することは不可能である。

本研究では精密に土壌変形を解析するためポリエステル製の小さなマーカを使用した土壌変形解析システムを開発し、剛性車輪の砂地盤での走行実験を行い、けん引力や接地応力分布等について解析するとともに、土壌変形を測定し車輪走行中の土中ひずみ分布を求め接地応力分布との関係について明らかにする。

## II. 方法

精密車輪実験システムを用い、剛性輪のすべり率を数段階に設定し走行試験を行った。車輪は、鋼鉄製(SS400)で外径300mm、幅412mmである。土槽は長さ1888×幅414×深さ617mmで平面ひずみ状態での実験を行うため土槽側壁と車輪の間隔は可能な限り小さくし、1mm以下になるように設計した。また、土槽側壁は透明アクリル板(長さ1000mm×深さ617mm×厚さ30mm)で構成されており、土壌内部の変形を観察することができる。実験土壌は風乾した豊浦標準砂を間隙比が一定( $e = 0.67$ )になるように空中落下法により580mmの深さで作成した。実験中、各種センサによりけん引力、トルク、沈下量、接地応力等を測定した。接地応力は車輪に埋め込んだT型センサを用い、車輪接地面に作用する法線応力と接線応力を測定した。土中の変形は土槽側面の透明アクリル板を通し、土中マーカの変位を写真撮影により読みとった。図1に実験システムの概要を示す。

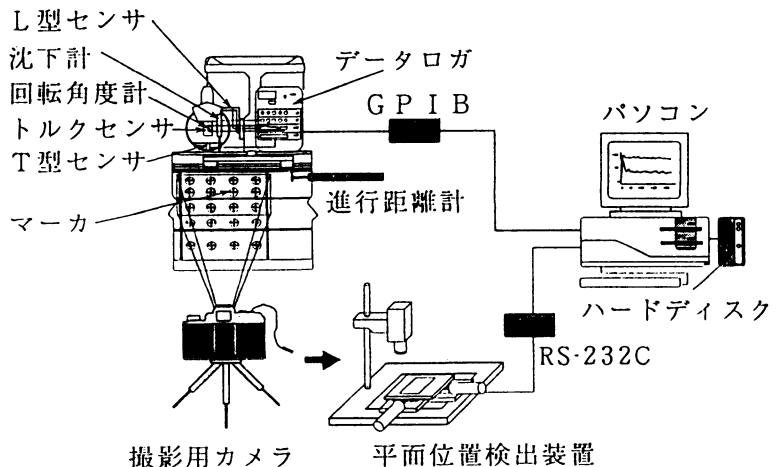


図1 実験システムの概要

### Ⅲ. 結果と考察

#### 1. 土粒子の動きとひずみ分布

図2に車輪走行中のせん断ひずみの分布の変化を示す。せん断ひずみは土壌中に四角形の要素を想定した時、上辺が左方へ移動し下辺が右方へ移動し傾く状態を負とし、その逆を正とした。初期沈下の状態では、せん断ひずみは車輪中心線付近にせん断ひずみが0となる等値線が見られた。以後、せん断ひずみが0の等値線を0せん断ひずみ線と呼ぶ。初期沈下では0せん断ひずみ線より右側にせん断ひずみが正の部分、左側にせん断ひずみが負の部分が存在する。初期沈下により地表面部で中心線より左側にある土壌は左側に押され、右側にある土壌は右側に押され、土壌が移動するため左側で負のせん断ひずみ、右側で正のせん断ひずみが発生する。車輪がある程度回転した時（回転角度5度）では車輪前方の土壌は地表面近くで前方に押されるため前方の負のせん断ひずみの絶対値が大きくなりその領域がはっきりとする。車輪後方では土壌が車輪により後方へ押し出されるため、正のせん断ひずみの値が大きくなり領域は急激に拡大した。なお、せん断ひずみの正、負の定義より、車輪を反対側から観察するとせん断ひずみの正負が逆になる。また、0せん断ひずみ線が車輪下の土壌の2つの流動領域の境界線となる。

#### 2. 0せん断ひずみ線と法線応力最大発生との関係

図3にすべり率16%の時の最大法線応力が発生した点と、その時の土中せん断ひずみ分布を示す。車輪前方部に負のせん断ひずみが、車輪後方部に正のせん断ひずみが発生していることがわかる。0せん断ひずみ線の位置は最大法線応力が発生する点とほぼ一致していることがわかる。すべり率が9.9%の時、またすべり率が90%の時も同様のことがいえた。つまり法線応力が最大になる点を境とし、前方部では進行方向に土壌は流動し前方部に負のせん断ひずみが生じ、後方部では土壌は進行方向逆向きに流れ正のせん断ひずみが発生する。

今後、土中のひずみと接地応力の関係を定量的に検討し両者の関係を明らかにし、けん引力発生メカニズムを究明していく予定である。

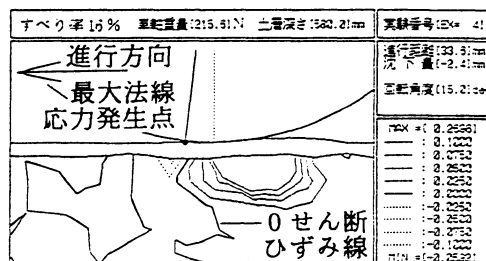
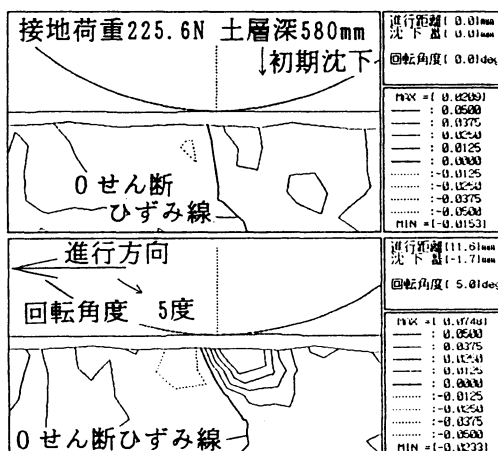


図2 せん断ひずみの分布

図3 せん断ひずみと最大法線応力発生位置