

琉球大学農学部 ○鹿内健志, 上野正実, 大嶺政朗

## 1. はじめに

これまでに多くの研究者によって車輪の接地応力と土壌変形の関係が解析されている。しかし、これらの研究では車輪の運動軌跡より求められる車輪接地面の変位が車輪下の土壌の変形と等しいと考えて解析が行われている。そのため土壌の変形は車輪の形状、すべり率によってのみ決定される。しかし、実際に車輪が走行しているときには車輪と土壌との複雑な相互作用で土壌が変形し、土壌の変形はすべり率や車輪表面材の摩擦係数、さらに車輪接地面に作用する法線応力と接線応力の状態などにより異なると考えられる。

土壌変位計測システムにより、異なる摩擦係数の剛性車輪を用いてすべり率を変え車輪走行実験を行い、土壌の変形を測定し土壌変形と接地応力の関係を解析した。その結果、摩擦係数やすべり率の大小により車輪下に発生するひずみ増分の大きさは異なることを示した。そして、接地応力の分布と土壌のひずみ増分の分布の関係を明らかにした。

## 2. 方法

剛性車輪（直径300mm×幅412mm）は摩擦係数の違いを比較するため表面材料に鋼鉄製（SS400）のものと、鋼鉄製車輪表面にクロロブレンゴムを5mm厚さでコーティングしたものの2種類を用意した。一面せん断試験機を用いた摩擦試験により車輪表面材鋼鉄と供試土の豊浦標準砂の摩擦係数を求めると、静止摩擦係数は0.448で、動摩擦係数は0.412であった。同様に車輪表面クロロブレンゴムと豊浦標準砂の静止摩擦係数は0.789で動摩擦係数は0.548であった。車輪の接地荷重は216Nにし実験を行った。供試土層厚さは半無限地盤を想定し580mmとした。接地応力は平行平板形力センサ（T型センサ）により接地面の法線応力と接線応力を同時に計測した。

## 3. 結果と考察

図1にゴム車輪でのせん断ひずみ増分（ $\Delta \gamma_{xy}$ ）の分布と接地応力分布（すべり率9.9%）を示す。せん断ひずみ増分の分布は車輪前方にせん断ひずみ増分がゼロになる線（ゼロせん断ひずみ増分線）があり、それより後方で正の値を、前方で負の値を示す。接線応力は $\Delta \gamma_{xy}$ が正値を示す部分で発生している。 $\Delta \gamma_{xy}$ の正の小さなひずみ増分はゼロせん断ひずみ増分線付近では等値線の間隔が広く、緩やかに増加する。車輪中心線に近づくと $\Delta \gamma_{xy}$ は急激にその値を増す。接線応力は $\Delta \gamma_{xy}$ が緩やかに大きくなるところで増加し、最大値を示す。 $\Delta \gamma_{xy}$ が急激に増大するところでは接線応力は減少する。

図2にゴム車輪の法線応力に対する接線応力の比（ $\tau/\sigma$ ）と $\Delta \gamma_{xy}$ の関係（すべり率9.9%, 42%）を、図3に鉄車輪の結果（すべり率16%, 52%）を示す。鉄車輪、ゴム車輪の両者ともすべり率によらず $\Delta \gamma_{xy}$ と $\tau/\sigma$ の間には一定の傾向があ

る。鉄車輪の場合、 $\tau/\sigma$ は $\Delta\gamma_{xy}$ が大きくなると共に増加する。 $\tau/\sigma$ の値は0.3~0.5の値を示す。一方、ゴム車輪は $\Delta\gamma_{xy}$ の増加とともに $\tau/\sigma$ は減少し、その値は0.4~0.8まで大きく変化している。

図4に一面せん断試験機を用いた摩擦実験の結果を示す。車輪表面クロロブレンゴムと豊浦標準砂の摩擦実験結果はせん断変形が小さいときには $\tau/\sigma$ が大きくなり極大値を示し、せん断変形が大きくなると $\tau/\sigma$ は小さくなる。そして静止摩擦係数と動摩擦係数を求めるとそれぞれ0.789と0.548であった。車輪表面鋼鉄材と豊浦標準砂の摩擦実験結果はせん断変形によらず $\tau/\sigma$ はほぼ一定値を示す。そのため鉄車輪では車輪下のせん断ひずみ増分によらず接地応力比はほぼ摩擦係数に等しい一定値を示す。ゴム車輪では車輪下のせん断ひずみ増分が小さく極大値を示すところに相当し接地応力比は静止摩擦係数にほぼ等しい。車輪下のせん断ひずみ増分が大きいところでは摩擦実験のせん断変形が大きな部分に相当し接地応力比は小さくなる。

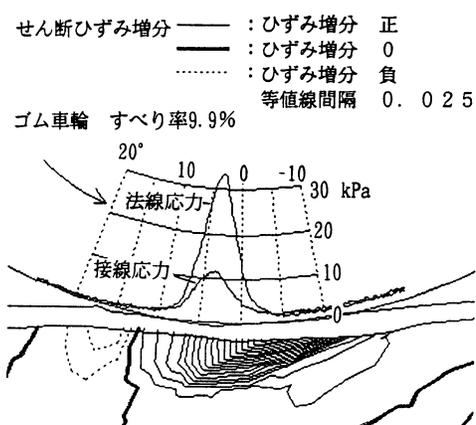


図1  $\Delta\gamma_{xy}$ の分布と接地応力分布

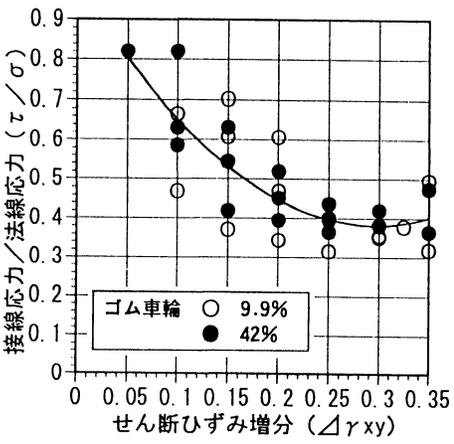


図2  $\tau/\sigma$ とせん断ひずみ増分 ( $\Delta\gamma_{xy}$ )

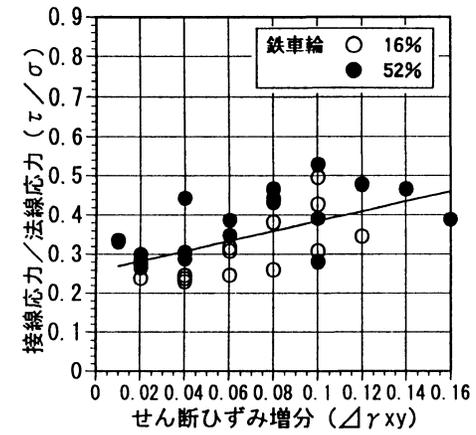


図3  $\tau/\sigma$ とせん断ひずみ増分 ( $\Delta\gamma_{xy}$ )

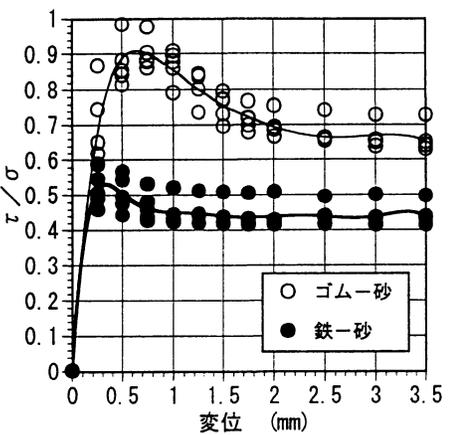


図4 摩擦実験の結果