5—3　剛性車輪の沈下挙動と走行性の予測に関する基礎研究

琉球大学農学部　上野正実・鹿内健志・○大嶺政朗
九州大学農学部　橋口公一・岡安崇史
酒井重工（株）技術研究所　能勢行則

Key Words　剛性車輪，沈下挙動，走行性，予測，Bekkerの経験式

Ⅰ．はじめに

車輪の回転に伴う沈下挙動は走行性を予測する上で重要な要素の一つである。とりわけ，平板貫入試験による垂直応力と沈下特性との関係を記述したBekkerの経験式が力学的な分析に広く利用され，車輪の走行性予測における理論的基礎を与えている。Wongは，車輪に作用する法線応力をこの方法で，接線応力をすべりーせん断抵抗特性より求めて，推進力，けん引力などを予測している。しかしながら，このような方法は問題も多く，車輪走行性の予測に対する沈下挙動の役割を再検証する必要がある。このような検討により車輪の走行性を適切に把握でき，予測の可能性を模索できるものと考える。そこで，本研究では，モデル車輪を用いて走行実験を行い，沈下量とけん引力，トルク，接地応力などとの関係を分析し，Bekker式に基づく走行性の予測（便宜的にWongの方法と呼ぶ）に関して検討を行った。

Ⅱ．方法

走行試験には一様な条件設定が可能な精密車輪走行実験装置を用いた。車輪は外径300mm，幅410mmでゴム皮膜した剛性車輪である。気乾状態の豊浦標準砂を用い，空中落下法により間隙比約0.62，深さ580mmの均質な土層を作製した。車輪は回転周速度5mm/min，重量217Nとし，-20％～100％における一連のすべり率を設定して走行試験を行った。計測には各種センサを用い，車輪回転角，進行距離，車輪沈下量，車軸トルク，けん引力などを測定した。また，土粒子の動きに追随するマーカを土槽の内側壁に配置し，車輪走行時に一定間隔で写真撮影した後，平面位置検出装置を用い，写真上のマーカの位置を２次元座標値として読み取り，その変位を算出した。図１に実験装置の概要を示す。

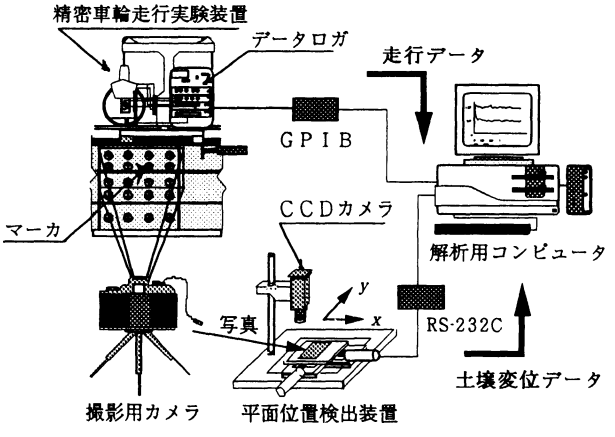

図１　実験装置の概要

Ⅲ．結果と考察

1．すべり率と沈下量の関係

車輪の沈下量は走行中変化するが，最大沈下量はすべり率と高い相関関係があり，すべり率が高いほど沈下量は大きくなることがわかった（図２）。土中においてもすべり率が高いほど土粒子の鉛直変位は大きくなる。

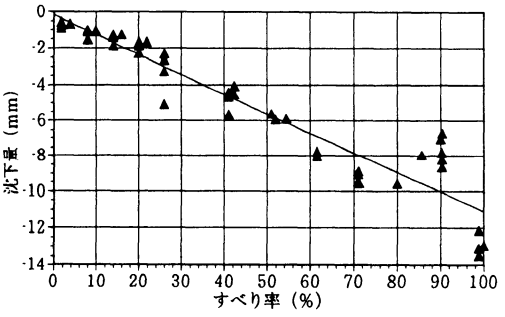

図２　すべり率と沈下量の関係

2．沈下量とトルクの関係

車輪走行時の沈下量に対するトルクの変化は，すべり率の値は異なってもほぼ同じ勾配で増加し，ピークを示した後ほぼ一定の値に落ちつく傾向がみられる。一定トルクの状態で沈下量の増加はある値になるまで続く（図３）。

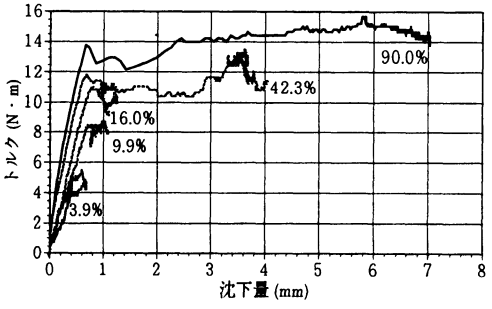

図３　沈下量とトルクの関係

3．すべり率と接地応力の関係

接地応力の分布は，すべり率が高いと沈下量が増加するために分布領域がひろがり最大応力値は低くなる。さらに，最大接地応力発生位置はすべり率あるいは沈下量の増加に伴って車輪前方に移動する（図４）が，応力分布の形状はWongの方法で示されるものとは一致しないことがわかった。

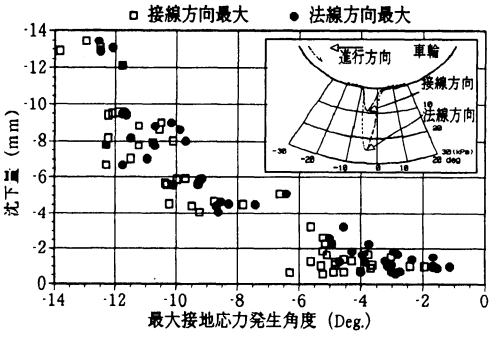

図４　接地応力発生角度と沈下量の関係

4．走行性の予測法の検討

実験結果などからみて，Wongの方法では，（1）法線応力の分布が必ずしも一致しない，（2）車輪表面におけるすべり量が算出困難で，（3）接線応力が算定できない，（4）例えすべり量がわかっても車輪近傍の土壌の変形履歴が明らかにならない限り計算できない，などの問題がある。

Ⅳ．むすび

モデル車輪による走行試験を行い，沈下挙動と走行性との関係を分析した。これらに基づいて，Wongの方法に代表される走行性の予測法には大きな問題があることを示した。今後，車輪の沈下挙動ならびに土壌の変形挙動と走行性との関係をより詳しく分析するとともに走行性の予測法についても検討する予定である。