

| | | | | | |
|---------|--|------|---------|--|--|
| 氏名(本籍) | オルカヨデ アデビイ (ナイジェリア) | | | | |
| 学位の種類 | 博士 (農学) | | | | |
| 学位記番号 | 博甲第967号 | | | | |
| 学位授与年月日 | 平成4年3月25日 | | | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第5条第1項該当 | | | | |
| 審査研究科 | 農学研究科 | | | | |
| 学位論文題目 | Compaction Characteristics of Soil in Response to Various Dynamic Loading Modes (各種の動的荷重に対する土壌の締固め特性) | | | | |
| 主査 | 筑波大学教授 | 農学博士 | 小 中 俊 雄 | | |
| 副査 | 筑波大学教授 | 農学博士 | 相 原 良 安 | | |
| 副査 | 筑波大学助教授 | 農学博士 | 小 池 正 之 | | |
| 副査 | 筑波大学助教授 | 農学博士 | 東 照 雄 | | |

論 文 の 要 旨

土壌の締固めの進行は、現象論的にみると乾燥密度の増加あるいは粗孔隙の減少として表現できる。一般に農用車両における締固めは、地表のごく浅い層における動的高速変形が問題となるのであり、現代に至るも塑性変形理論が多く用いられている原因もこのような現象論的特徴に依拠していると考えられる。

このような研究状況を勘案して、本研究では被けん引車輪と駆動輪走行下の締固め現象にどのような関与因子が存在し、それらがどの程度関わっているのか、また繰り返し荷重に対して繰返し応力振幅比を代表する動的応答特性が示す特色を検討し、農業環境上好ましい締固めの在りようについて考察を行うことを目的とした。

各章における諸検討事項並びに研究の概要を示せば、以下のようである。

第1章では、締固めに関する多面的研究の現況について概観した。次いで、本研究の目的と実用的意義について述べた。

第2章では、既往の文献から、古典的土質力学、土の構成則、現場における締固め問題の諸様相さらに荷重、含水比、車両進行速度が異なる場合の締固めの研究状況について述べた。そして本研究の実用面からの重要性と学術的位置づけを明確にした。

第3章では、被けん引車走行下の締固め特性について実験を行い、同時に計算値との比較検討を試みた。砂壤土を充てんした土壌槽に自由転動車輪(仕様は2プライ5.00-12)を装着した台車を可変電動機でけん引する装置を試作した。関与因子である進行速度と含水比は2水準、荷重は4水準に設定して乾燥密度と関与因子との関係を調べた。またBaileyの修正式を用いて、土中応力に対応

する三軸圧縮試験での拘束圧から乾燥密度の推定を行い、実験値との対比を行った。

修正式の係数の増減に対しては乾燥密度が変化する様子を特定することができた。その結果、この修正式は、締固めの推定に極めて有効であるとの結論を得ることができた。併せて、鉛直方向の対数ひずみは、沈下量推定のための重要な指標となることが分かった。含水比の増加につれて締固めが進行する模様が確認でき、さらに分散分析により締固めの最大の影響因子は荷重であることが判明した。

第4章では、基本的に関与因子を第3章と同様とし、駆動走行下の締固め現象の変化態様を考察した。深さ別の垂直方向圧力を実測値から検討してみると、各深さにおいて鉛直方向圧力の増加につれて乾燥密度が指数関数的に増加する傾向が認められた。しかしながら、深さごとの含水比が均一でなく、かつすべりによる表層土のかく乱が激しいため、深さ0.10m地点の測定値はばらつきが目立った。進行速度の増加による乾燥密度の増加は、深さ0.10mで顕著に現れ、0.20mではほとんど変化しない傾向となった。駆動輪走行下でもBaileyの修正式を適用して乾燥密度の推定を行った。そして被けん引車輪の結果と対比し、両者の変動傾向の実験式を示した。

第5章では、両者の多重走行に対する締固めの動的態様を模擬するため繰返し非排水三軸試験を行い、不飽和条件下での締固め特性を考察する目的で、正弦波状入力に対する三軸拘束での土壌の動的挙動を検討した。試料は約24時間圧密処理を行い、その後UU試験設定による繰返し非排水三軸試験を実施した。供試体は、ランマー質量2.5kg、モールド直径0.10m、締固め層数5層、1層当たり突固め回数8回の条件下で作製した。測定項目は繰返し偏差応力、軸ひずみ、過剰間隙水圧とし、正弦波状入力を印加した場合の繰返し載荷回数に対する関与因子の変化状況を検討した。圧密応力は一定値49.0kPaに設定している。載荷周波数は0.5、1.5Hzの2水準、繰返し応力振幅比は0.25と0.5の2水準を標準設定とした。

不飽和土の締固め現象を検討するには、本試験法自体鋭敏な試験過程を含んでいることから、まづもってその再現性を確認する必要がある。等方応力状態で圧密された試料の最終圧密量は21.0～45.0ccであった。軸ひずみと載荷回数の関係から、載荷周波数に対して、軸ひずみの変化分は鋭敏であることが分かった。つまり不飽和状態では、試料のcuringが、測定精度つまり再現性に微妙な影響を及ぼすものと推察された。

次に供試土の応力-ひずみ特性を静的UU試験で実施した。軸ひずみの上昇につれて偏差応力は急激に上昇するが、飽和度が80%の場合軸ひずみが約8%の地点から偏差応力は飽和点に達した。モールの破壊円から間隙水圧と飽和度の違いによる特性線図を作成した。さらに動的UU試験では軸ひずみの時間依存特性とゲイン特性について検討した。時間依存特性では、最大載荷回数を500回とした。励振の初期段階では軸ひずみの急激な増加が認められ、繰返し応力振幅比が0.25～0.35まで増加するにつれ軸ひずみは相対的に増加する傾向を示した。この結果は車両の多重走行による締固めの挙動推定に対して有用な示唆を与えると考えられる。しかしながら、車両走行回数と載荷回数との対応関係については不明であり、さらに詳細な検討を行わなければならない。

繰返し応力振幅比が0.40以上になっても軸ひずみの変化傾向は同様な増加傾向を示したが、0.50

の場合では載荷回数が250回近傍で軸ひずみの飽和現象が現われた。この生成因としては、土中の有効応力の違いが挙げられる。載荷回数が高い領域では軸ひずみは一定値に収束する傾向となるが、間隙圧力は増加傾向を維持した。また軸変位と繰返し偏差応力及び間隙圧力との比をゲインで表示して、周波数特性を検討してみた。全般的に載荷回数が150回を超える範囲では2種類のゲインともに一定値をたどる傾向を示した。積荷回数が150回までの範囲では、繰返し応力振幅比の増加につれて軸ひずみも増加し、ゲインの絶対値も増加することが分かった。土粒子レベルでの土壌の力学的強度を考察するに当たって、上述の接近法は実用的な基礎的データを与えることができると思われる。

第6章では、本研究の総合的考察と研究成果のまとめを行い、今後に残された諸課題について言及した。とくに土壌の物理的環境改善の一手法として、締固め問題への社会的要請が存在することも強調した。

審 査 の 要 旨

本論文は、被けん引車輪と駆動輪走行下の土壌の締固めについて走行速度、車輪軸荷重、土壌含水比などに関与因子との関係を求め、かつ不飽和土に対して繰返し非排水三軸試験を行い動的締固め現象を解析した研究である。異なる車輪走行形態において、各種関与因子が締固めに及ぼす影響について、定量的かつ定性的解析を行い、特に車輪の足回りの設計に役立つ基礎的技術データを提示している。さらに、多重走行による締固めの挙動推定に展開できる良質な実験結果を得ることに成功している。本研究の知見は、締固めの軽減策に対して実用的な情報を提供するものであることから判断して、農用車両設計への応用性は極めて高いと思われる。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。