

(Ⅲ-71) 重錘落下による土の締固め管理手法に関する一考察

東海大学大学院 学生会員 ○石井 督
ライト工業(株) 正会員 佐藤 友哉
東海大学工学部 正会員 近藤 博

1. はじめに

土の締固め管理に関して、近年の土木工事における施工の合理化を背景に、実時間的、かつ非破壊的な測定方法が種々開発されているが、重錘落下を採用した方法が主流になりつつある。重錘落下法として、現在、応答加速度法¹⁾とインピーダンスヘッド法²⁾が提案されている。前者は、落下する重錘に内蔵された加速度計の衝撃時における加速度のピーク値を、密度あるいは地盤反力係数などの強度指標と実験的に相関させるものである。後者は、荷重計と加速度計により重錘を落下させた地表面における衝撃時のメカニカルインピーダンスを測定し、密度あるいは強度指標とを実験的に対応させるものである。両者とも、測定値と地盤の密度などの強度指標とを実験的に対応させる、間接的な利用法になっている。さらに、重錘落下から地盤支持力を推定しているものもあるが²⁾、重錘は高速で地盤に貫入しているにもかかわらず、重錘の速度等に依存する動的成分が考慮されていない。

本報告は、地盤の硬軟による、内蔵した加速度計と重錘先端部に貼付したひずみゲージの応答性状について比較検討を試みると共に、動的特性に問題があるといわれている加速度計を用いず、重錘と地盤の接触面での荷重値計測のみから締固め度を判断する手法（以下、応答荷重法と記す）について検討したものである。さらに、本手法により、静的支持力を求めるための方法についても検討した。

2. 実験装置と実験方法

供試地盤：実験で用いた供試土は、カオリンクレイと標準砂を重量比 8:2 の割合で混合し、含水比を約 20.0% に調節したものを用いた。供試地盤は、地盤の硬軟による、各センサの応答性状を検討するために、CBR 値の異なる 2 種類（地盤 A：CBR 値 0.53%，地盤 B：CBR 値 13.6%）を用いた。なお、土槽は CBR 試験用モールドを用い、層厚は共に 17.5cm となっている。

重錘：図-1 は今回使用した重錘の概略を示したものである。全長 40cm のアルミニウム製パイプの上部に重りを、先端部にはアルミの円形板を取り付けた構造となっている。先端部の表面にひずみゲージを貼付し、内部には加速度計が設置してある。また、土中貫入時の周面抵抗の影響を排除するために、先端部の円形板はパイプ外径より半径を 4mm 大きくした。

実験方法：図-2 は今回実施した重錘落下試験の概要図を示したものである。実験は、重錘を供試地盤から 20cm の位置から自由落下させて実施した。そのとき重錘に生じる荷重と加速度及びレーザ変位計による貫入量を計測し、波形処理した。なお、レーザ変位計は加速度計の問題点を検討するために設置したものである。また、地盤の静的支持力を求めるため、重錘落下試験に用いた重錘を、載荷速度 1mm/分 で供試地盤に貫入させて、静的載荷試験（モノトニック試験）を実施した。

3. 実験結果と検討

加速度波形の比較

図-3 は、A・B 両地盤において、重錘落下試験を行ったときの、加速度波形と、荷重から求めた加速度波形（以下、加速度 L 波形と記す）を比較し

キーワード：締固め、重錘落下、衝撃荷重

東海大学工学部土木工学科 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 TEL0463-58-1211

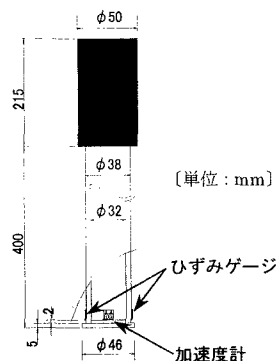


図-1 重錘の模式図

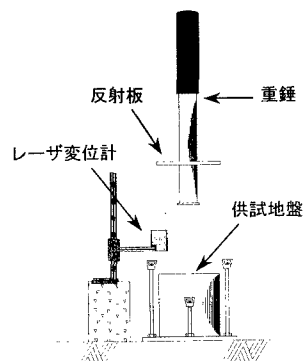


図-2 試験装置の概要図

て示したものである。なお、加速度L波形は、 $-1g$ 下げて表示したものである。軟らかい地盤Aの場合、加速度のレベルは低く、加速度波形と加速度L波形の両者の大きさは非常に良く一致している。しかし、硬い地盤Bの場合、図からもわかるように、両者の結果は一致せず、加速度L波形より加速度計の波形の方が大きくなる傾向を示した。

実測貫入量と計算貫入量の比較

前項では、地盤Bにおいて、ひずみゲージと加速度計による応答波形の性状が異なることを示した。そこで、両センサから求まる加速度を積分して求めた変位と計測変位とを比較することにより、センサの問題点について検討した。図-4 [a] は、地盤Aにおいて、三つの方法から求まる貫入量を示したものである。これらと比較してみると、三者がほぼ一致することがわかる。このことから軟らかい地盤では、加速度計は精度良く機能していることがわかる。次に、地盤Bについて同様な比較（図-4 [b]）をしてみると、加速度計の波形を積分して求めた貫入量は、他の方法に対して大きく異なっている様子がわかる。このことから、硬い地盤では、加速度計の動的応答特性に問題が生じるようである。しかし、荷重値から求めた貫入量は両地盤において、レーザ変位計での計測値とよく一致していることから、今後は応答荷重法により、重錘と地盤の接触面での荷重測定ができるように重錘形状を工夫し、測定をした方が、より高精度で試験が行えるといえる。また、これらの結果から、荷重測定のみで、接触面でのメカニカルインピーダンスが求められることもわかる。

静的支持力の推定

図-5 の実線は、柔らかい地盤Aにおける、重錘落下試験の荷重-貫入量関係である。これより重錘先端部分の供試地盤が塑性域に達していると判断できる³⁾。破線は地盤Aにおける、モノトニック試験の荷重-貫入量関係を示したものである。また、図中の○印は重錘落下試験における、最大変位($v=0$)の点である。○印とモノトニック試験結果はほぼ一致する傾向を示した。よって、重錘落下試験により静的支持力が推定できるようである。

4. まとめ

重錘落下試験の基本特性解明のための基礎的実験を行ない、検討した結果、以下のことが明らかになった。

1. 重錘落下法に用いるセンサは、加速度計が基本となっているが、荷重計測をした方がよい。
2. 荷重計測値から $-1g$ (重力加速度) 分を差し引くと加速度が求められる。
3. 地盤が塑性域に達する重錘を選定することにより、地盤の静的支持力を推定することが可能である。

参考文献

- 1) 土質工学会編：土の締固めと管理，土質工学会，pp. 212～213，1990
- 2) 境友昭・田村徹：重錘落下による地盤の硬さの計測，テラメカニクス，pp. 17～22，1990
- 3) 佐藤友哉・木村修一・石井督・近藤博：動的載荷試験による杭の支持力推定に関する基本考察，土と基礎，Vol. 49，No. 2，pp. 123～126，2001

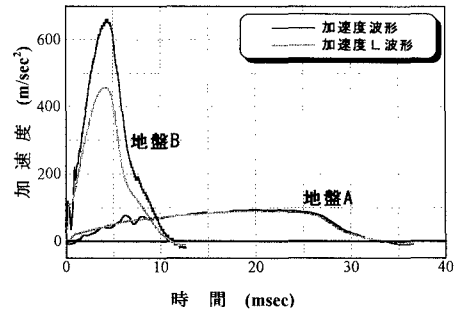


図-3 応答波形の比較

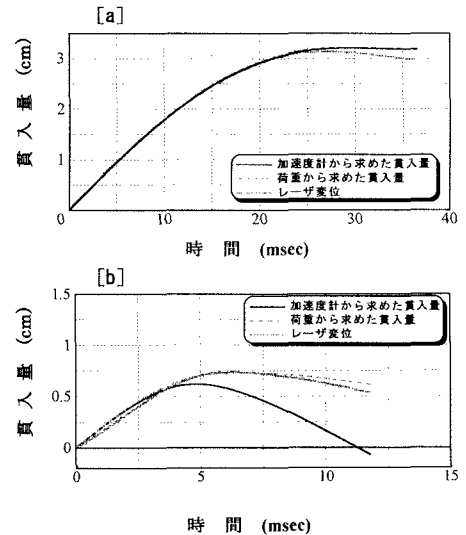


図-4 貫入量の比較

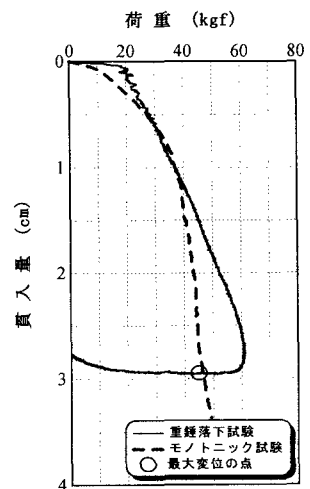


図-5 重錘落下と静的支持力の関係