

杭の衝撃載荷試験システムに用いる加速度計の校正法 その2

ジャパンパイル㈱ 正会員 ○桑山 晋一
 ジャパンパイル㈱ 正会員 小嶋 英治

1. はじめに

当社は、杭の衝撃載荷試験のハード、ソフトおよび衝撃用の加速度計の校正法を自社開発している。その1で紹介した加速度計の校正法は、杭の衝撃載荷試験システム検証のために実施した試験であることから、振動台などの特殊な計器は用いないものの、重機を用いた衝撃載荷試験を模擬した試験である。

杭体周面に抵抗が無く、杭長がある程度あれば、杭頭付近で、杭頭打撃による最初の軸方向力の下降波が、先端部の反射波と重ならない現象が生じる。この現象を用いれば、その1で示したように、容易に加速度計の校正が可能である。本報告では、その1のように重機を必要としない、さらに簡易な校正試験を模索したので報告する。

2. 簡易校正試験の概要

簡易校正試験では、手軽に試験を行えるようにするため、小径のステンレス製のパイプ（正方形断面）を用いた。表1に示すパイプの断面積およびヤング率は、カタログスペック値である。

校正した加速度計は PCB PIEZOTRONICS INC 350A14（容量±5000g）で、校正に用いたひずみゲージは共和電業製 KFW-5-120-C1-11L1M2R である。

図-1 に試験装置の概要を示す。計測点はパイプの端

表1 ステンレス製パイプの諸元

材質	寸法 (mm)	肉厚 (mm)	断面積 (mm ²)	長さ (mm)	ヤング率 (N/mm ²)
SUS304	□50×50	3	564	400	193000

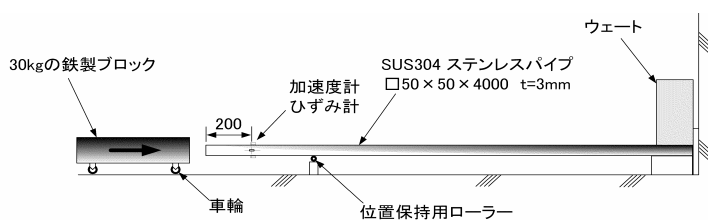


図1 校正試験装置

部から200mmの位置とした。加速度計およびひずみゲージは2個ずつ用い、それぞれゲージの貼り付け位置は、正方形断面のパイプの4面に、加速度計とひずみゲージを交互に配置した。したがって、同じセンサーは軸対象に配置されている。

センサー側のパイプ端面の打撃には、用途に応じてプラスチックハンマーおよび30kgの鉄製のブロックを用いた。鉄製ブロックは、下面に4個の車輪を取りつけて、滑らせてパイプを打撃した。なお、偏打して打撃しないように、打撃面には、硬めのクッション材をはさんだ。

計測は1チャンネル当たり、サンプリングタイム15μs、データ個数1,500個とした。

3. 杭の伝搬速度の計測

杭の縦波の伝播速度の精度は、衝撃載荷試験の解析精度に大きな影響を及ぼす。そこで、校正試験に先立ち、パイプの縦波の伝播速度を計測した。この計測では端部をプラスチックハンマーで打撃した。

参考文献2では、衝撃載荷試験で、端部を偏打しないで打撃することは困難であるが、端部から計測点のある程度離せば、加速度のばらつきは無視でき、ひずみはばらつきが大きいものの、軸対称のデータの相加平均で評価すれば、問題のないことを確認している。そこで、加速度およびひずみの評価は、対象に配置した2個のデータの相加平均で評価した。

図2,3に、校正試験の計測波形の一例を示す。パイプの1往復時間は、加速度波形の、2波目から9波目までのピークの平均で評価した。1往復の時間平均は $\bar{T}=1.502\text{ms}$ であった。計測波の1波目を排除したのは、1波目が下降波のみであるためである。パイプ長は $L=4.0\text{m}$ であるので、縦波の伝播速度は下式で求めることができる。

$$c = \frac{2L}{\bar{T}} = \frac{2 \times 4.0}{1.502 \times 10^{-3}} = 5,328\text{m/s}$$

キーワード：杭，衝撃載荷試験，加速度計，校正法

連絡先：ジャパンパイル㈱ 技術開発本部 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-1-1 Tel 03-5843-4196

4. 加速度計の校正試験

校正試験は、実際に杭の衝撃載荷試験を行う入力レベルおよび計測器の S/N 比を十分確保できるレベルで行う必要がある。このためにパイプ断面に対して、十分入力に加えらるる 30kg の鉄製のブロックをぶつけることとした。打撃方法は、ブロックの重心位置とパイプ重心位置が、出来るだけ一致するように、また、加速度およびひずみの波形で、偏打の少ないことを確認しながら試験を実施した。加速度計は、ch1 に 7 年間使いつづけたもの、ch3 に新規に導入したものをを用いた。図 3 は軸対象に取りつけた 2 個の加速度計の波形の比較であるが、新旧の加速度計の計測波形が完全に一致しており、この校正法の妥当性が確認できた。(図 3 では、新旧の加速度波形が完全に重なっている)

図 4 にパイプの軸対象位置に貼り付けたひずみゲージの波形の比較を示す。図 5 に F, ZV の関係を示す。ZV の最初の零調がずれているのは、打撃によりパイプが動いたためである。

新規あるいは校正された加速度計がない場合は、ひずみ計と比較する、その 1 で示した校正法を用いる。杭体周面に抵抗が無く、杭長が十分あれば、ひずみ計から求めた F と加速度計より求めた ZV が、打撃力に相当する軸方向力の全時間にあたり一致するが、本実験ではパイプ長が短いこともあり、F および ZV のピークを過ぎたあたりから、一致しなくなっている。しかし、この校正法では、F と ZV のピーク値を比較するだけであるので、加速度計の校正は可能である。本試験での結果、F および ZV のピーク値の F/ZV 比は 1.002 で、加速度計が十分な精度であることが確認された。

なお、ひずみアンプはひずみ校正器で校正し、ゲージは、そのつど校正済みのものをを用いることで、ひずみゲージシステムが容易に校正できることを前提としている。

5. まとめ

杭の衝撃載荷試験に用いる加速度計は、1,000g を超える衝撃用の加速度計であるため、振動を再現することが困難である。そのため、加速度計の校正は容易でない。

その 1 の校正法は、精密な計器を必要としないことから、容易に校正が可能である。しかし、実際の杭を使用するため、手軽に試験が出来ない。そこで、より簡単に行うことのできる、加速度の校正を模索した。

簡易校正装置には、4m のパイプを打撃する方法を採用した。校正済みの加速度計がある場合とない場合の校正試験を模索したが、そのどちらも、容易で、かつ、実用的な加速度計校正であることを確認した。パイプの固定法等を工夫すれば、手軽で精度の高い、衝撃用加速度計の簡易校正法になると考えている。

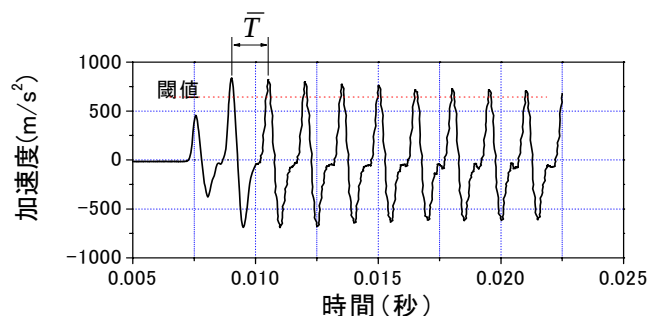


図 2 伝播速度の計測

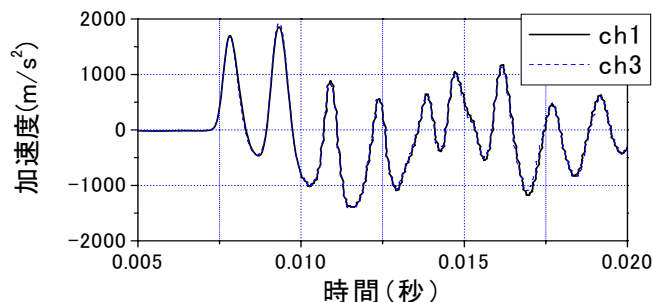


図 3 加速度計の比較

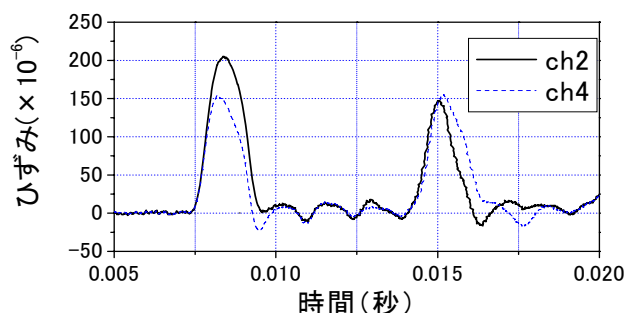


図 4 ひずみ計の比較

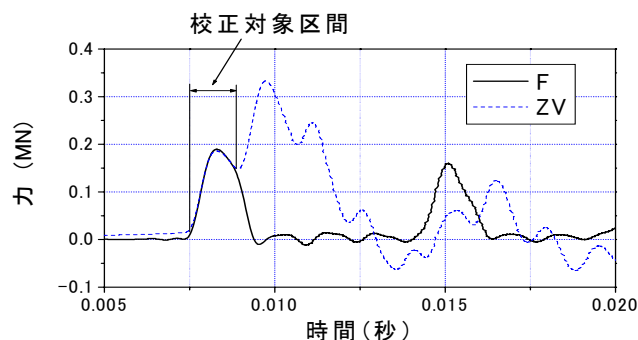


図 5 F と ZV の比較による校正

【参考文献】

- 1) 地盤工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説，pp.227-271，2002.5。
- 2) 小嶋英治・桑山晋一：杭の衝撃荷試験システムの開発と実験による検証，第 48 回地盤工学シンポジウム，pp.99-106，2003.11。
- 3) 小嶋英治：衝撃載荷試験の波形マッチングに差分法を用いる場合の入力波の検討，日本建築学会大会(東海)，構造 B- ，pp.561-562，2003.09。