

インテグリティ試験結果の活用方法の検討 その2:インパルスハンマーを用いた波形振幅の補正方法

正会員 ○小谷 直人* 正会員 山田 宗範* 正会員 久世 直哉*

| | | |
|-----------|------|-------|
| インテグリティ試験 | 杭 | 非破壊試験 |
| 既存杭 | 全数検査 | 再利用 |

1. はじめに

「その1」に引き続き、IT試験結果の活用方法を検討した。「その2」ではインパルスハンマーを用いた波形の振幅を補正する方法について着目した。

2. 試験体

試験体は、「その1」で検討に用いた既製杭のうち、試験体 No.8 から No.15 の計8本とした。

3. 試験方法

曲げ試験方法および IT 試験を実施するタイミングは「その1」と同一とした。IT試験に用いるハンマーは打撃力を同時に計測することが可能なインパルスハンマーとした。打撃位置は断面に設けられた孔の中間(平滑な面)毎に1か所、試験回数は打撃位置毎に3回以上とした。加速度の計測位置は固定とした。打撃位置概要を写真1に示す。

4. 結果の補正方法

IT試験により算出した速度データは、インパルスハンマーにより測定した衝撃力を用い補正を行った。波形の

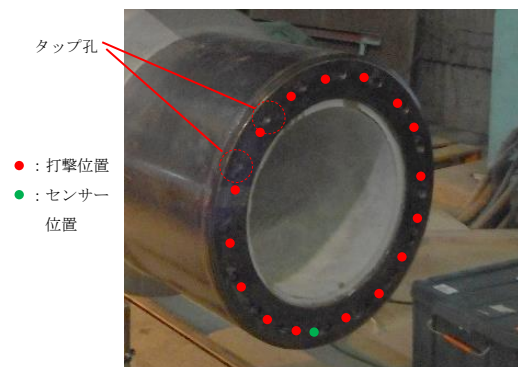


写真1 打撃位置概要

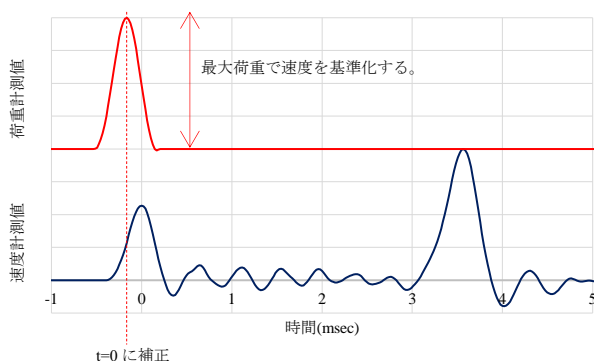


図1 波形の補正方法

補正方法の概要図を図1、補正手順を以下に示す。

補正手順-1)

衝撃力の最大値および衝撃力が最大になる時点の時間を算出する。

補正手順-2)

速度の計測値を衝撃力の最大値で除して基準化する。

補正手順-3)

衝撃力が最大になる時点の時間を0にオフセットする。

5. 試験結果

既往の論文⁵⁾における、杭頭打撃振幅および杭先端反射振幅に関する考察を行う。今回の計測結果を「4.」に従い補正した例を図2に示す。打撃位置毎の杭頭打撃振幅のばらつきは大きい、杭先端反射振幅のばらつきは小さい。杭頭打撃振幅のばらつきが大きい原因は、打撃位置毎に打撃位置とセンサー位置の距離の差が大きく、杭頭打撃振幅は距離減衰の影響を受けるためと考えられる。杭先端反射振幅のばらつきが小さい原因は、反射波を計測している時点で入力波はほぼ平面波になっており、打撃位置による影響を受けないためであると考えられる。

「4.」の方法により補正した各打撃位置の IT 試験結果を平均化した波形の例を図3に示す。平均化する事で、杭頭打撃部および杭先端反射部以外の波形振幅が小さくなった。ここから、波形を平均化することで、入力波を平面波とみなすことができると予想される。また、境界条件の影響により、反射波の振幅は入射波の振幅の2倍になる⁴⁾ことを考慮し、図3には計測結果を2倍した値を併記した。ひびわれ発生後、見掛けのヤング係数が減少するとともに、杭先端反射振幅が小さくなることが確認できる。

杭先端反射振幅を杭頭打撃振幅の2倍で除した値(以下、「減衰比」という。)と「その1」に示した荷重比の関係を図4に示す。荷重が増大するに従い、減衰比が小さくなる傾向を示した。これは杭体に発生したひびわれにより、波の伝達が阻害されたためと予想される。なお、PRC杭については、IT試験実施時(短期許容耐力時)の最大ひびわれ幅は全て0.2mm以下であった。杭先端反射振幅と杭頭打撃振幅から杭の損傷を推測する手法⁵⁾は、インパルスハンマーを用い波形を補正した場合、精度が上昇する可能性がある。

一方、位相遅れなどの影響を無視すると、杭頭打撃振幅と杭の断面積の関係は式1で表すことができる。

$$\frac{v}{P} = \frac{1}{A\sqrt{E\rho}} \quad (\text{式1})$$

ここで、
 v : 補正した
 P : 杭頭打撃振幅(mm/s/N)
 A : 断面積 (mm²)
 E : ヤング係数 (N/mm²)
 ρ : 密度 (kg/mm³)

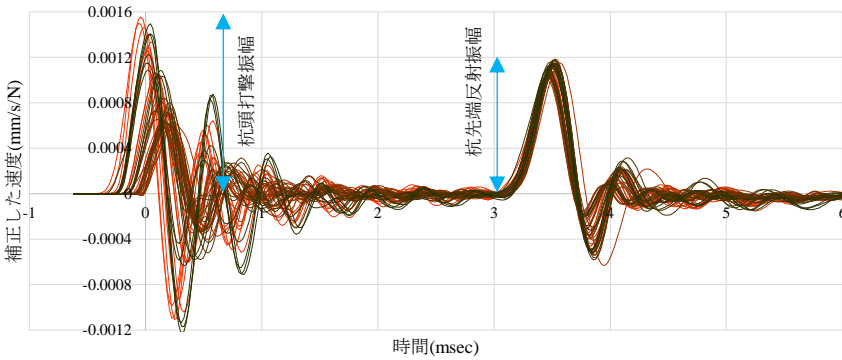


図2 補正結果の例(No. 14)

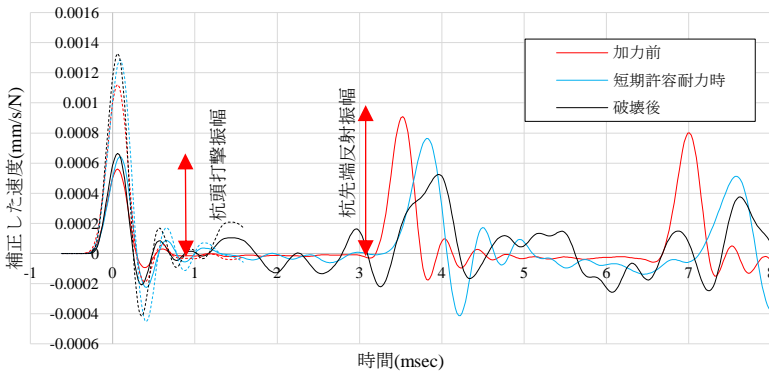


図3 計測結果の例(No. 15) ※破線は2倍した値を示す。

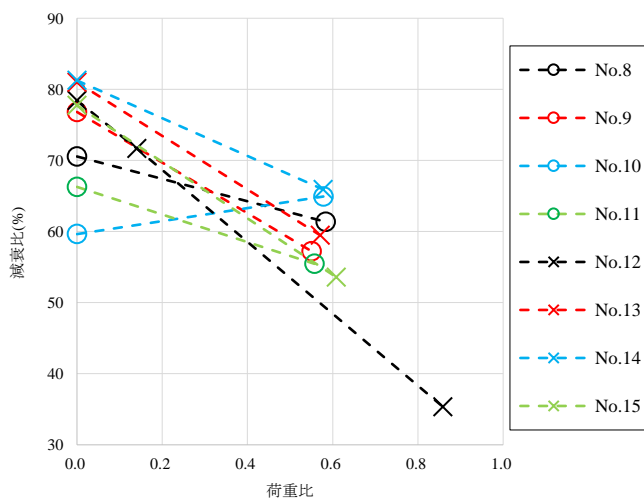


図4 荷重比と減衰比の関係

杭頭打撃振幅と断面積の関係を図5に示す。図4にはヤング係数を50,000N/mm²、密度を2.6×10⁻⁶kg/mm³と仮定して算出した計算値を合わせて示す。概ね計算値と実測値が一致したことから、インパルスハンマーを用いてIT試験を実施した場合、杭頭打撃振幅から杭の断面積も予測することができる可能性がある。

まとめ

・インパルスハンマーによる計測結果を用いてIT試験結果を補正する方法を示した。

・インパルスハンマーを用いた補正を行えば、杭頭打撃振幅および杭先端反射振幅を用いて杭の断面積および損傷を推測できる可能性がある。

謝辞

本実験を行うに当たり、試験体を提供していただいた会社の方々に、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 田中伸治 他:品質検査のためのインテグリティ試験,(その5)既製コンクリート杭に対する全数試験の適用例,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp757~758,2000
- 2) 阪神高速道路公団,(財)阪神高速道路管理技術センター,埋立地盤の橋梁基礎構造物に関する被災調査研究,pp.103-132,1996
- 3) 飯島正敏 他:超高層建築物における既存杭利用:(その3)インテグリティ試験結果,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp569~570,2007
- 4) 境友昭,下坪賢一:波動理論を応用した杭の形状推定方法(施工管理特集),土木技術資料 p38-43, 1990-08
- 5) 勝二理智,藤森健史:弾性波探査試験に基づく杭健全性の合理的評価法,日本建築学会構造系論文集 Vol.81 No.720 pp271~280 2016.2
- 6) 成田修英他:人力加振による杭頭のインパルス応答を用いて弾性領域における杭頭の静的ばねを推定する方法日本建築学会構造系論文集 Vol.86 No.779 pp65~75 2021.1

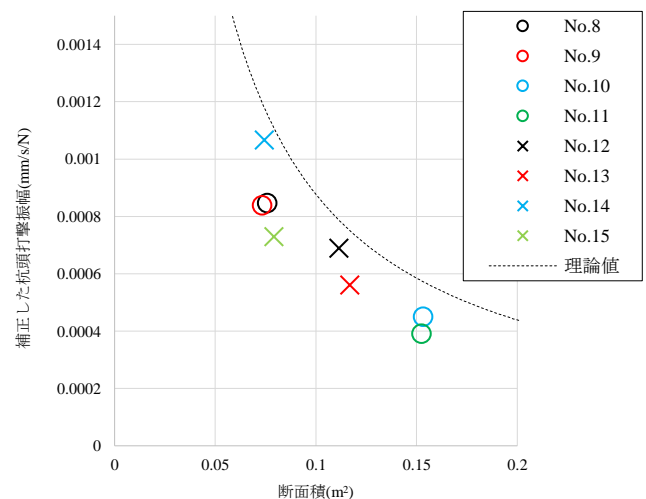


図5 杭頭打撃振幅と断面積の関係