

## インテグリティ試験結果の活用方法の検討 その3:節の有無がIT試験の結果に与える影響

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	既製杭	非破壊試験
既存杭利用	全数検査	再利用

## 1. はじめに

インテグリティ試験(以下、「IT試験」という。)は、杭長および杭の損傷の有無を簡易的に推定する手法であり<sup>例</sup>えば、古くから実施されている。しかし、IT試験の結果を定量的に判断する基準は必ずしも定まっていない。そこで、筆者はIT試験の結果を活用するための情報収集を目的とし、まずIT試験で得られる波形が明瞭な、施工される前の既製コンクリート杭(以下、「気中杭」という。)を対象としたIT試験を実施した。既報<sup>2)</sup>では気中杭の曲げ試験とIT試験を同時に実施し、気中杭に発生した損傷の有無とIT試験の結果の関係を示した。本報告では主に節の有無がIT試験の結果に与える影響を確認した。

## 2. 試験体

試験体は同一工場生産された既製杭で、杭種は9種類(うちストレート杭が5種類、節杭が4種類)、試験体数の数は合計241本である。試験体の一覧を表1に示す。

## 3. 試験方法

IT試験はインパルスハンマーを用いて実施し、得られた速度は筆者が提案した手法<sup>3)</sup>を用いて補正した。

## 4. 試験結果

## 4.1 波形の特徴

例として、No.2およびNo.6の補正した速度の時刻歴を図1および図2にそれぞれ示す。節杭は、ストレート杭と比較すると次の4つの傾向がみられる。①波の伝播時間(図1中の(a))が長くなる②繰り返し反射がみられる(図2中の(b))③反射波の振幅が小さくなる(図2中の(c))④反射波の周期が長くなる(図2中の(d))。

## 4.2 波の伝播時間

波の伝播時間を比較するために見かけの弾性波速度を算出した。見かけの弾性波速度の累積度数分布を図3に示す。見かけの弾性波速度は杭長の2倍をIT試験で得られた伝播時間で除して算出した。

節杭の見かけの弾性波速度は、ストレート杭と比較すると平均で約5%遅くなった。

また、杭種No.5(コンクリート強度:105N/mm<sup>2</sup>)の見かけの弾性波速度は、杭種No.4(コンクリート強度:85N/mm<sup>2</sup>)と比較し平均で約2.7%早くなった。

## 4.3 繰り返し反射

繰り返し反射の大きさを比較するために非直線性を算

出した。非直線性の累積度数分布を図4に示す。非直線性は、時間が1msecから2.5msecまでの区間における速度の最大値と最小値の差とした。

節杭の非直線性は、ストレート杭と比較すると平均で約2.2倍に増加した。

なお、節がある杭で発生する繰り返し反射の周期(図2(b))は、節がついている間隔(1m)から算出される周期(0.46msec)と概ね一致する。この周期は節の間隔の2倍をストレート杭における見かけの弾性波速度の平均値(図3、4649m/s)で除して算出した。

## 4.4 反射波の振幅

反射波の振幅の累積度数分布を図5に示す。

節杭の反射波の振幅は、ストレート杭と比較すると平均で約17%小さくなった。

## 4.5 反射波の周期

反射波の周期を比較するために、反射波の周期から入力波の周期を除いた値(以下、「周期比」という。)を算出した。周期比の累積度数分布を図6に示す。

反射波および入力波の周期は、各波に該当する区間の時刻歴応答において、速度が最大値の50%以上となる時間<sup>5)</sup>とした。

節杭の周期比は、ストレート杭と比較すると平均で約10%増加した。

## 4.6 節の有無がIT試験の結果に与える要因

波形の伝達の概念図を図7に示す。節杭の場合、計測される波形は節を通る波形(経路①)と節を通らない波(経路②)の合成波となる。伝達時間が異なる2つの波が合成されることで反射波の見かけ上の振幅が小さくなり、周期が長くなると説明することができる。

杭にひびわれが発生することで、見かけの弾性波速度が遅くなる現象<sup>例えは2),4)</sup>が確認されているが、この現象の原因も同様に説明できる可能性がある。

## 5. まとめ

気中杭のIT試験を実施し、主に節の有無がIT試験の結果に与える影響を確認した。

## 6. 謝辞

試験体を提供いただきましたパイルメーカー様にここに御礼申し上げます。

7. 参考文献

1)阪神高速道路公団,(財)阪神高速道路管理技術センター,埋地地盤の橋梁基礎構造物に関する被災調査研究,pp.103-132,1996  
 2)山田 宗範他:インテグリティ試験結果の活用方法の検討 その 1:杭のインテグリティ試験結果により求めた見掛けのヤング係数日本建築学会大会学術講演梗概集,pp469-470,2022  
 3)小谷直人他: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日本建築学会大会学術講演梗概集,pp471-472,2022  
 4)堀田他:衝撃弾性波試験による気中杭の損傷確認実験(その 3 : 損傷と弾性波伝播速度の関係) 日本建築学会大会学術講演梗概集,pp435-436,2020  
 5)A.J.G.Schellingerhoutl 他 : Pile Integrity Testing Developments Développements du contrôle de pieupar les méthodes impulsionales Proceedings of the 15th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering927-931

表 1 試験体の一覧

杭種	製品種別	杭種	杭の形状	杭の外径(mm)	杭の長さ(m)	コンクリート強度(N/mm <sup>2</sup> )	本数
No.1	PHC	A	ストレート	400	9	85	60
No.2	PHC	B	ストレート	400	9	85	30
No.3	PHC	B	ストレート	400	8	85	20
No.4	PRC	I	ストレート	400	8	85	6
No.5	PRC	I	ストレート	400	8	105	30
No.6	PHC	A	節	400	9	85	42
No.7	PHC	A	節	400	10	85	6
No.8	PHC	C	節	400	8	85	23
No.9	PRC	I	節	400	10	85	24

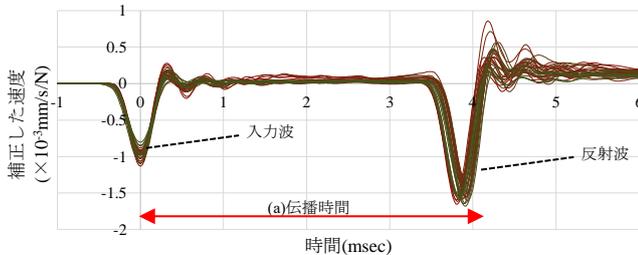


図 1 速度の時刻歴(杭 No. 2)

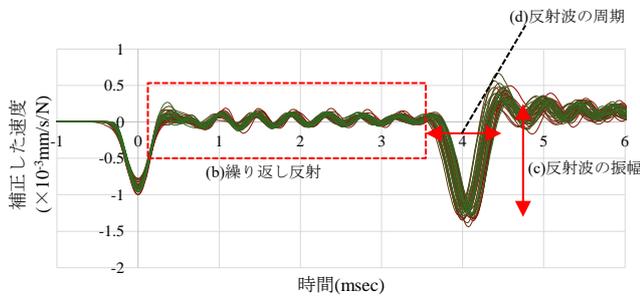


図 2 速度の時刻歴(杭 No. 6)

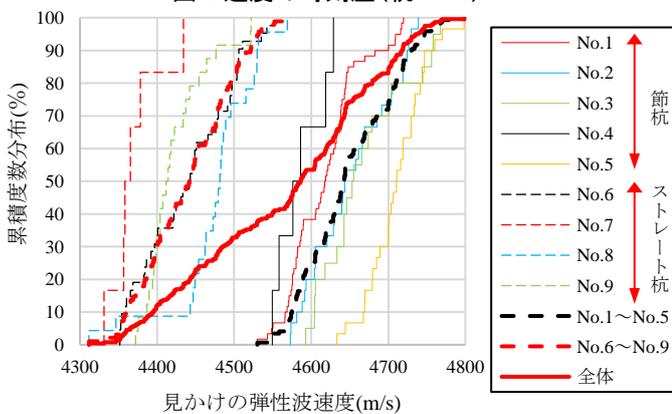


図 3 見かけの弾性波速度の累積度数分布

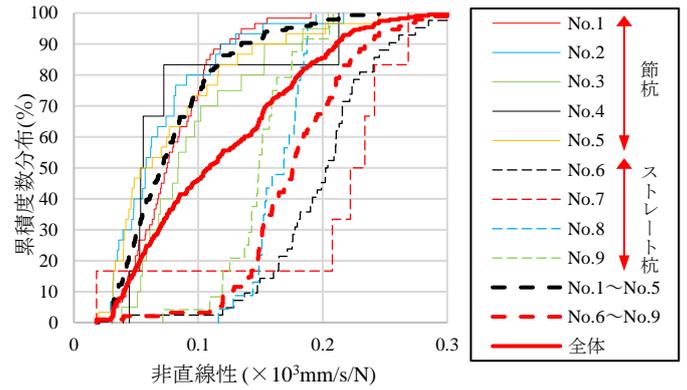


図 4 非直線性の累積度数分布

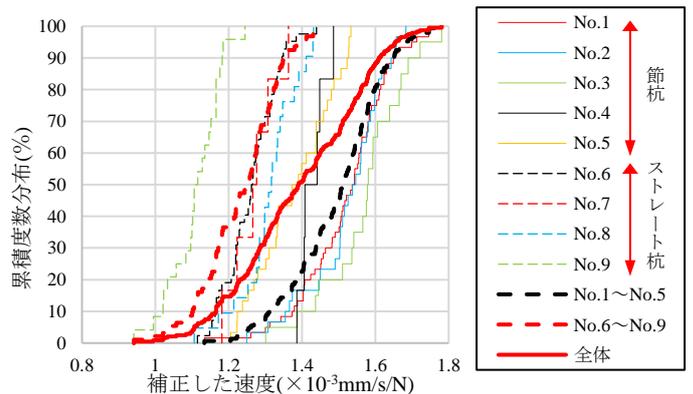


図 5 反射波の振幅の累積度数分布

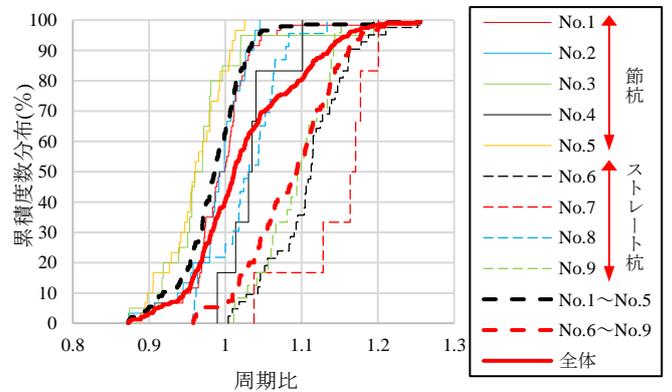


図 6 周期比の累積度数分布

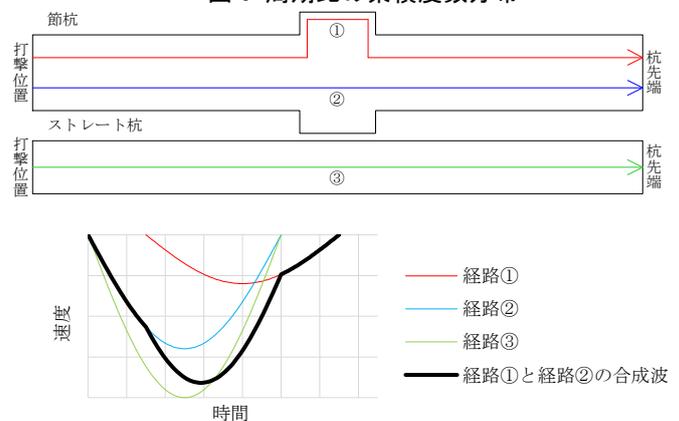


図 7 波形の伝達概念図