

Ⅲ－B48

杭の損傷調査に対するインティグリティ試験の適用性 その4
＜ハンマの違いによる波形比較＞

(株)カワロ・ジ・村インス

建設省土木研究所

基礎地盤コンサルタンツ(株)

梶谷エンジニア(株)

正会員 ○本間 利明

正会員 市村 靖光

正会員 山田 真一

田口 雅章

1.はじめに

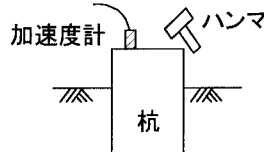
1995年に発生した兵庫県南部地震により、多くの土木構造物が被害を受けたが、これら構造物の補修・補強に当たっては、その損傷の程度を精度良く把握することが必要である。特に、地中構造物などは損傷状況を直接目視確認することが困難なため、非破壊的な探査手法の適用が不可欠となる。非破壊探査の一つであるインティグリティ試験は、簡便で低コストであり、短時間で全数調査が可能な手法であるが、定量的に適用範囲が確立されているとは言い難い。このため、インティグリティ試験による杭の損傷調査法の確立を目的に研究を行っている。本文では、模型杭（健全杭，クラックを有する非健全杭）に対しハンマ（材質，重量）を変えて試験を行い，その測定波形の比較結果を報告する。

2.試験方法

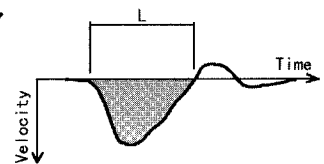
試験は，土槽に設置された健全杭および非健全杭に対し，ハンマの種類を変え実施した（土槽形状，地盤条件，杭の形状・クラックの位置等は参考文献1）に詳しいのでそちらを参照されたい。）。表－2.1に使用したハンマの種類を示す。この表にはハンマの材質の違いによる入力波の特性として半周期（以後入力波長Lと称す，図－2.2参照）を併記してある。

表－2.1 ハンマの種類

No	材質	重量 (g)	L ($\times 10^{-4}$ sec)
1	プラスチック(小)	700	6.79
2	プラスチック(中)	1200	9.50
3	プラスチック(大)	1500	12.0
4	鉄(小)	70	1.72
5	鉄(大)	450	2.65
6	木(小)	250	3.97
7	木(大)	950	6.88



図－2.1 試験方法



図－2.2 入力波の特性

3.試験結果

インティグリティ試験はハンドハンマの打撃により試験を行うため，入力波は材質・重量および打下ろし高さ・強度により異なり，特に入力波長Lは材質および重量により決定される。このため入力波は，各材質毎に重量が大きくなれば，入力波長Lが大きくなっている。また，入力波長Lが小さいと波の減衰が大きくなり，反射波が不明瞭となる。

ハンマの材質別に健全な杭の試験結果を図－3.1に，非健全杭（A4杭）を図－3.2に示す。これらの図は，見やすいように入力波の最大値(-1)およびその発生時間(0sec)を揃え，波形処理条件（増幅値；無し，フィルター値；無し）を同じにしてある。

キーワード：損傷調査，杭，基礎，非破壊試験，ハンマ，衝撃弾性波

〒102-0071 東京都千代田区九段南4-6-10

tel 03-3288-2936

fax 03-3288-2984

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

tel 0298-64-2211

fax 0298-64-0564

〒145-0061 東京都大田区石川町2-14-1

tel 03-3727-6158

fax 03-3727-6247

〒106-0031 東京都港区西麻布3-13-14

tel 03-3478-3185

fax 03-3478-3188

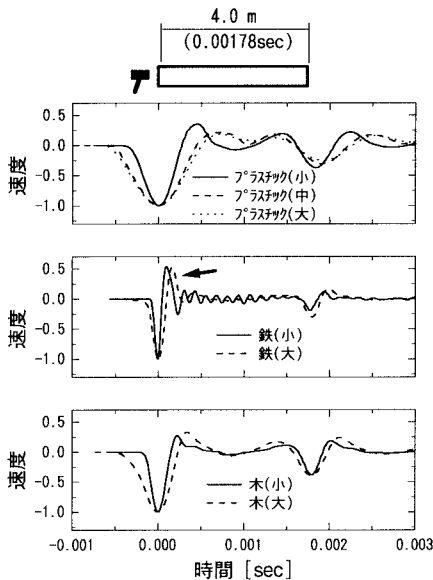


図-3.1 試験結果（健全杭）

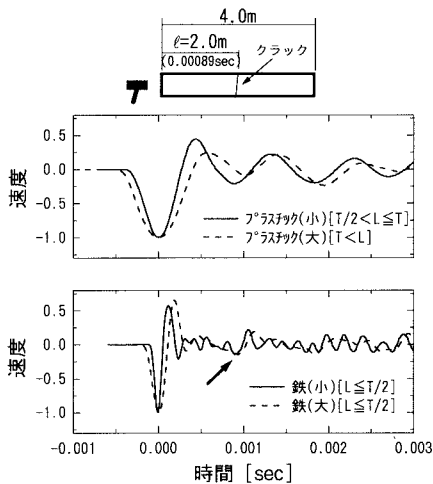


図-3.2 試験結果（非健全杭）

①波形；全ての入力波はノイズや波形の乱れもみられず良好な波形となっている。入力波長 L が小さい鉄のハンマは他のハンマと比べハンマ内での反射が大きくなっている（矢印部）。鉄(小)は入力波以降大きなノイズがみられる。

②杭先端反射；全てのハンマは $0.00178 \sim 0.00193 \text{ sec}$ （ $4.0 \sim 4.3 \text{ m}$ ，伝播速度 $c=4500 \text{ m/s}$ ）の範囲に明瞭な反射を確認できた。この内，プラスチック(中)・(大)が 4.3 m を，それ以外が 4.0 m を示しており，入力波長 L が大きなハンマが杭長を長く評価している。また，反射波の強度は入力波長 L が小さいハンマの方が小さい。これは，高周波な波ほど減衰が大きいことと一致している。

③クラック位置；図-3.2に杭頭から 2.0 m 位置に幅 0.6 mm のクラックを有する非健全杭に対するプラスチック(小)・(大)および鉄(小)・(大)の結果を示してある。クラックからの反射波が発生する時間 T は $2l/c=8.9 \times 10^{-4} \text{ sec}$ （クラックまでの距離 $l=2.0 \text{ m}$ ， $c=4500 \text{ m/s}$ ）となる。

- ・プラスチック(大) $[T < L]$ ： $10 \times 10^{-4} \text{ sec}$ に反射波をみることができ，クラックの位置を正確に示していない。
- ・プラスチック(小) $[T/2 < L \leq T]$ ：クラック位置を特定できるが，反射波が他の波と重なり合い，不明瞭である。
- ・鉄(小)・(大) $[L \leq T/2]$ ：クラック位置を特定でき，反射波を明瞭に判定できる（矢印部）。クラック以深である杭先端からの反射波は健全な杭に比べ小さくなっており，特に鉄(小)は判定できなくなっている。

以上の結果は他の非健全杭についても同様であった。

4.おわりに

ハンマの種類（材質および重量）により入力波の入力波長 L が変わり，今回用いたハンマはインティグリティ試験に適用できることが分かった。ハンマの特性として，入力波長 L が小さなハンマ[鉄(小)]は杭頭付近のクラック検出は可能だがエネルギーが小さく減衰も大きいので杭長測定

には不向きであること，入力波長 L が大きなハンマ[プラスチック(小)]はこれと反対のことが言えることが分かった。インティグリティ試験においては長尺な杭長を求める場合は重量の重いプラスチックハンマを，杭頭付近のクラックを検出する場合は鉄や重量の軽い木のハンマなどのように目的に応じて使い分ける必要がある。今後はこれらのことを定量的に評価するために，フーチングを有する模型杭や実杭について調査・研究が必要である。

本研究は，建設省土木研究所と（財）土木研究センターによる「橋梁基礎構造物の調査方法」に関する共同研究の一環として行われたもので，関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 杭の損傷調査に対するインティグリティ試験の適用性その1 第33回地盤工学会 坂本真也他
- 2) 杭の損傷調査に対するインティグリティ試験の適用性その2 第33回地盤工学会 山田真一他
- 3) 杭の損傷調査に対するインティグリティ試験の適用性その3 第33回地盤工学会 松本江基他